

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад –
Национальный научный центр РАН»

На правах рукописи



ГЕРАСИМЧУК ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ

ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА *MAGNOLIA* L. НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

1.5.9 – ботаника

диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
член-корреспондент РАН
Плугатарь Юрий Владимирович

Ялта – 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
РАЗДЕЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА	
MAGNOLIA L.....	12
1.1 Общая характеристика рода <i>Magnolia</i> L.....	12
1.2 Систематическое положение рода <i>Magnolia</i> L.....	13
1.3 Природный ареал рода <i>Magnolia</i> L.....	16
1.4 Культигенный ареал рода <i>Magnolia</i> L.....	19
1.5 История интродукции представителей рода <i>Magnolia</i> L. в Крыму..	23
РАЗДЕЛ 2 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕГИОНА	
ИССЛЕДОВАНИЯ	27
РАЗДЕЛ 3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	
РАЗДЕЛ 4 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАГНОЛИЙ В	
КРЫМУ	42
4.1 Анализ видового и формового разнообразия рода <i>Magnolia</i> L. в	
Крым.....	42
4.2 Ритмы роста и развития магнолий в Арборетуме Никитского	
ботанического сада.....	50
4.3 Сравнительный анализ климатических условий природных и	
культигенных ареалов магнолий	62
4.4 Влияние эдафических факторов на темпы роста и развития	
магнолий	68
4.5 Оценка жизненного состояния магнолий	82
РАЗДЕЛ 5 БИОЛОГИЯ ЦВЕТЕНИЯ И ПЛОДОНОШЕНИЯ	
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА MAGNOLIA L. НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ	
КРЫМА.....	97
5.1 Насекомые-опылители магнолий	97
5.2 Особенности плодоношения и семенная продуктивность.....	101

5.3 Аллелопатические свойства саркотесты семян магнолий и семенное размножение.....	109
РАЗДЕЛ 6 ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА <i>MAGNOLIA</i> L. НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА И В ПРЕДГОРНОМ КРЫМУ.....	
119	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	123
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	126
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	128
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	129
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	155
ПРИЛОЖЕНИЕ А Объекты исследования.....	156
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Расположение объектов исследования на территории Арборетума Никитского ботанического сада.....	158
ПРИЛОЖЕНИЕ В Магнолии в культурфитоценозах Крыма.....	162
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Климатограммы природных и культигенных ареалов магнолий (2018-2020 гг.).....	165
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Почвенные разрезы под магнолиями в Арборетуме Никитского ботанического сада	168
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Объекты исследования импульсным томографом Arbotom АВТ-05S.....	169

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Культурфитоценозы Крыма характеризуются динамично возрастающей антропогенной нагрузкой, особенно на Южном побережье. Активное рекреационное строительство в этом регионе приводит к сокращению зеленых зон и, соответственно, комфортной среды для человека. В декоративных насаждениях Южного берега Крыма (ЮБК) из древесных растений преобладают хвойные и листопадные деревья. Красивоцветущие деревья в настоящее время представлены ограниченно. Субтропический климат ЮБК позволяет увеличить процент красивоцветущих лиственных деревьев в культурфитоценозах.

Данным требованиям отвечают представители реликтового рода *Magnolia* L., объединяющего вечнозеленые, листопадные деревья и кустарники, произрастающие преимущественно в субтропических регионах Центральной и Восточной Азии, Востока Северной Америки (Azuma et al., 2001; Nie et al., 2008). Однако следует отметить, что многие виды реликтовых растений семейства Magnoliaceae Juss. находятся под угрозой исчезновения. В дикой природе почти наполовину (48%) сократилось число видов магнолий, одной из древнейших групп растений, которая пережила эпохи глобальных климатических изменений. Именно коллекции *ex situ* ботанических садов, дендрариев, семенных банков являются жизненно важной гарантией сохранности видов магнолий и могут быть использованы для исследований уникальных адаптационных механизмов реликтов, их распространения не только в декоративном садоводстве, а также для репатриации в ареалы естественного произрастания (Минченко, Коршук, 1987; Петухова, 2003; Палагеча, 2011).

Интродукционное испытание магнолий в открытом грунте впервые в России началось в 1813 году в Никитском ботаническом саду (НБС). В первых посадках Арборетума НБС произрастали, но в настоящее время отсутствуют, следующие виды: *Magnolia acuminata* L. – интродуцирована в 1814 г.,

Magnolia glauca L. – 1813 г., *Magnolia tripetala* L. – 1817 г., *Magnolia denudata* Desf. – 1842 г., *Magnolia macrophylla* Michx. – 1840 г. (Анисимова, 1939).

В «Каталоге дендрологической коллекции Арборетума ГНБС» указывается 19 таксонов магнолий, из них 13 видов, 1 разновидность и 5 садовых форм (Галушко и др., 1993). По результатам дендрологической инвентаризации в Арборетуме НБС в настоящее время культивируется 13 таксонов магнолий, относящиеся к 3 видам, 2 разновидностям, 8 садовым формам (Плугатарь и др., 2015; Коба и др., 2018; Герасимчук, 2018; Plugatar et al., 2015, 2018, 2019). Видовое и формовое разнообразие магнолий на Черноморском побережье Кавказа (ЧПК) в парке «Дендрарий» (г. Сочи) насчитывает 35 видовых и внутривидовых таксонов, в парке «Южные культуры» (Адлерский район г. Сочи) – 23, в Субтропическом ботаническом саду Кубани (с. Уч-Дере, г. Сочи) – 58 (Солтани и др., 2014, 2016; Карпун, Кувайцев, 2017). В некоторых частных коллекциях России на сегодняшний день культивируется более 80 видов и садовых форм рода *Magnolia* L. Одной из главных задач интродукционных исследований в ботанических садах является сохранение и пополнение коллекций.

Таким образом, в культурфитоценозах ЮБК наиболее распространена вечнозеленая *M. grandiflora*, интродуцированная НБС в 1817 г. Среди листопадных магнолий в Арборетуме НБС наиболее представлены *M. × soulangeana*, *M. kobus*, их разновидности и садовые формы. Эти таксоны были выбраны нами в качестве основных объектов исследования.

Степень разработанности темы. Большинство отечественных научных исследований посвящено интродукции и использованию магнолий в качестве декоративных растений (Гинкул, 1939; Сліпушенко, 1963; Микешин, 1972; Колесников, 1974; Петухова, 2003; Сусллова, 2006; Келина, Карпун, 2009, 2011б; Косенко и др., 2010; Шовган, 2010; Петухова, Каменева, 2011; Хварцкия, 2013, 2018; Карпун и др., 2016; Палагеча, 2011; Гордійчук, 2017; Фирсов, Семенова, 2018). За рубежом ведутся активные исследования магнолий, как источника лекарственного сырья (Kim Y.-G. et al., 1998; Shi, 2000; Sarker, 2002; Kamińska, Śliwa, 2003; Koettera et al., 2009). Также выявлена инсектицидная активность

соединений, содержащихся в вегетативных органах *M. grandiflora* (Ali et al., 2020). Изучены вопросы влияния фитофагов и фитопатогенов на магнолии в природных ареалах и культурфитоценозах, как одного из негативных биотических факторов окружающей среды (Held, 2004; Knox et al., 2013; Gilman et al., 2019).

Богатый опыт в области размножения и агротехники листопадных магнолий наработан отечественными и зарубежными учеными (Минченко, Коршук, 1987; Коршук, Палагеча, 2007; Келина, 2009, 2011, 2013; Палагеча, 2011; Radomir, 2012; Малосиева, Андрейченко, 2014; Sokolov, Atanassova, Iakimova, 2014; Саидов, Холов, Саъдуллоев, 2015; Карпун, Хварцкия, 2016; Спиридонович, Гаранович, 2017; Sereda, Lutsenko, Vereshchagina, 2017). Подробно изучены биологические особенности цветения и плодоношения интродуцированных представителей рода *Magnolia* L. в условиях Российского Дальнего Востока (Петухова, 2003; Каменева, 2015, 2018).

В НБС описаны история интродукции и использование магнолий в декоративном садоводстве (Анисимова, 1939; Головнев, Головнева, 2017), изучены некоторые аспекты репродуктивной биологии *M. kobus* и *M. grandiflora* (Тер-Погосян, 2002, 2004, 2005; Шевченко, Тер-Погосян, 2007; Шевченко, 2010), а также результаты фитосанитарного мониторинга *M. grandiflora* в Арборетуме НБС (Исиков, Трикоз, 2017).

Таким образом, несмотря на то, что представители рода *Magnolia* L. изучены в условиях ЮБК, как в биологическом, так и в экологическом аспектах, адаптационные механизмы в условиях воздействия неблагоприятных экологических факторов остались вне внимания исследователей. В связи с этим, для повышения эффективности культивирования необходимо дальнейшее проведение интродукционных исследований с целью оценки адаптационного потенциала, выявления особенностей влияния условий произрастания на жизненные характеристики, что должно обеспечить расширение возможностей эффективного использования видов, разновидностей и садовых форм рода *Magnolia* L. в озеленении Южного Крыма.

Цели и задачи исследования. Цель работы – выявить особенности адаптации вечнозеленых и листопадных магнолий к стрессовым факторам окружающей среды в условиях культурфитоценозов Южного Крыма и выделить наиболее перспективные таксоны для использования в зеленом строительстве.

Задачи исследования:

1. Изучить видовое и формовое разнообразие магнолий в Крыму.
2. Проанализировать процессы роста и развития магнолий на ЮБК.
3. Изучить влияние экологических факторов окружающей среды на рост и развитие магнолий.
4. Изучить жизненное состояние магнолий.
5. Определить видовой состав насекомых-опылителей магнолий.
6. Проанализировать особенности семенного размножения, семенной продуктивности и аллелопатических свойств саркотесты семян магнолий.
7. Изучить морфометрические параметры плодов и семян.
8. Дать оценку успешности интродукции представителей рода *Magnolia* L. в культурфитоценозах ЮБК и Предгорного Крыма и оценить их адаптационный потенциал.

Научная новизна.

Впервые выявлено видовое и формовое разнообразие магнолий, культивируемых на ЮБК, включающее 5 видов, 2 разновидности, 12 садовых форм и в Предгорном Крыму – 6 видов, 2 разновидности, 12 садовых форм.

Установлены особенности и динамика сезонного роста и развития магнолий, заключающиеся в тесной корреляции термического фактора с основными фенофазами. Для *Magnolia grandiflora* L. термический фактор ($\sum t^\circ$) оказывает наиболее значимое положительное влияние на фазу «начало цветения», *Magnolia kobus* DC. – на фазу «конец цветения». У *Magnolia* × *soulangeana* Soul.-Bod. выявлена отрицательная корреляция термического фактора с фазой «начало цветения».

Выявлены особенности влияния эдафических факторов на рост и развитие магнолий. Основным лимитирующим фактором является высокая скелетность

почвы. Запасы гумуса в почве оказывают положительное влияние на рост и развитие магнолий. На ЮБК более высоким уровнем адаптации к повышенному содержанию карбонатов в почве характеризуется *Magnolia grandiflora* L.

Впервые применен комплексный подход в определении жизненного состояния магнолий методом пространственной импульсной томографии, заключающегося в диагностике микогенных деструкций древесины, вызванных базидиальными ксилотрофами, и визуального осмотра деревьев. Выявлена прямая зависимость наличия и степени деструкций древесины *Magnolia grandiflora* L. от возраста деревьев.

Определен видовой состав насекомых, посещающих цветки *Magnolia grandiflora* L., включающий шесть видов (*Apis mellifera*, *Vespula vulgaris*, *Oxythyrea funesta*, *Cetonia aurata*, *Crematogaster schmidtii*, *Syrphus* sp.) из отрядов Diptera, Hymenoptera, Coleoptera. Основным видом насекомых-опылителей *Magnolia grandiflora* L. в условиях ЮБК является *Apis mellifera*.

Изучены особенности семенного размножения и семенной продуктивности, аллелопатической активности саркотесты семян магнолий. Регулярным обильным плодоношением на ЮБК характеризуется *Magnolia grandiflora* L. Листопадные магнолии формируют единичные плоды не ежегодно, что сопряжено с отсутствием лета потенциальных насекомых-опылителей в период цветения на ЮБК. Выявлено, что наиболее сильным ингибирующим действием прорастания семян обладает свежая саркотеста *Magnolia* × *soulangeana* Soul.-Bod. Разлагающаяся саркотеста *Magnolia grandiflora* L. теряет свои ингибирующие свойства.

Впервые применена модифицированная шкала оценки успешности интродукции магнолий в условиях ЮБК и Предгорного Крыма, на основании которой выделены наиболее перспективные таксоны для озеленения. Наиболее адаптированной к условиям ЮБК является *Magnolia grandiflora* L., включая садовые формы, Предгорного Крыма – *Magnolia kobus* DC. и *Magnolia* × *soulangeana* Soul.-Bod., включая разновидности и садовые формы.

Полученные результаты позволяют определить перспективы введения новых таксонов магнолий в культурфитоценозы Южного Крыма.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные данные о семенной продуктивности, условиях хранения и сроках посева семян могут применяться для разработки приемов размножения объектов исследования. Данные о состоянии древесины старовозрастных деревьев позволят разработать методы их сохранения. Материалы исследования могут быть использованы в учебном процессе биологических факультетов ВУЗов и мероприятиях научно-практической направленности. Полученные результаты оценки успешности интродукции магнолий могут стать основой для разработки ассортимента, перспективного для озеленения регионов исследования.

Методология и методы исследования. Методология работы основана на современных мировых исследованиях в областях фенологии, почвоведения, семеноведения, инструментальной диагностики и математического статистического анализа. Для исследования представителей рода *Magnolia* L. был применён комплекс общепринятых методик сбора и анализа данных.

Положения, выносимые на защиту:

1. Эдафические и гидротермические условия исследуемого региона относятся к основным лимитирующим факторам культивирования магнолий, поскольку оказывают значительное влияние на процессы их роста и развития.

2. Наличие или отсутствие деструктивных процессов в древесине магнолий являются одними из основных критериев определения их жизненного состояния.

3. Адаптационные возможности североамериканского вида *Magnolia grandiflora* L. проявляются прохождением всех фаз развития и устойчивостью к абиотическим факторам ЮБК. Восточноазиатские виды *Magnolia kobus* DC. и *Magnolia × soulangeana* Soul.-Bod. более полно реализуют свой адаптационный потенциал в условиях Предгорного Крыма.

4. Комплексный подход в оценке успешности интродукции магнолий позволяет выделить наиболее перспективные таксоны для использования в озеленении: на ЮБК – *Magnolia grandiflora* L. с садовыми формами, в

Предгорном Крыму – *Magnolia kobus* DC. и *Magnolia* × *soulangeana* Soul.-Bod., включая разновидности и садовые формы. На ЮБК *Magnolia kobus* DC. и *Magnolia* × *soulangeana* Soul.-Bod., их разновидности и садовые формы использовать в озеленении как ранневесеннецветущие высокодекоративные растения.

Степень достоверности результатов. Достоверность полученных результатов подтверждается большим объемом фактического материала, собранного и проанализированного автором самостоятельно в процессе исследований на коллекционных участках ФГБУН «НБС-ННЦ» и в культурфитоценозах ЮБК и Предгорного Крыма, а также публикациями, отражающими основные результаты диссертационных исследований.

Апробация результатов диссертации. Основные положения и материалы диссертационной работы были представлены в виде ежегодных отчетов на заседаниях Ученого Совета ФГБУН «НБС-ННЦ», а также в виде докладов на семи международных, общероссийских и региональных научных конференциях: «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование» (Москва, 2017); «XXX Международный конгресс по садоводству» (Стамбул, 2018); «Современные задачи и актуальные вопросы лесоведения, дендрологии, парковедения и ландшафтной архитектуры» (Ялта, 2018); «I Международный симпозиум по ботаническим садам и ландшафтной архитектуре» (Бангкок, 2019); «Передовые технологии для устойчивого развития городской зеленой инфраструктуры» (Москва, 2020); «Ботанические сады как центры изучения и сохранения фиторазнообразия» (Томск, 2020); «Ботанические сады в современном мире: наука, образование, менеджмент» (Санкт-Петербург, 2021).

Личный вклад соискателя. Совместно с научным руководителем выбраны тема, объекты и методы исследования, проведено теоретическое обоснование данных. Результаты исследований опубликованы соискателем самостоятельно и в соавторстве.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ: 5 статей в журналах, рекомендуемых ВАК РФ, из них 3 входящие в международные

базы данных, 4 в иных рецензируемых журналах, 1 монография и 4 в материалах международных научных конференций.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 разделов, заключения, практических рекомендаций, списка литературы и приложений. Работа изложена на 171 странице и включает 23 таблицы, 67 рисунков и 6 приложений. Список литературы содержит 242 источника, в том числе 96 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает благодарность своему научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, чл.-корр. РАН, Ю.В. Плугатарю, доктору биологических наук, профессору С.В. Шевченко, докторам биологических наук Н.А. Багриковой, С.П. Корсаковой, кандидатам биологических наук, Л.Д. Комар-Тёмной, М.Л. Новицкому, а также А.А. Миляеву и Н.В. Лепешко за любезно предоставленные семена и посадочный материал магнолий для проведения экспериментов и пополнения дендрологической коллекции Арборетума НБС.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 14-50-00079 (раздел 4, подраздел 4.5).

РАЗДЕЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *MAGNOLIA* L.

1.1 Общая характеристика рода *Magnolia* L.

По некоторым данным, в семействе Magnoliaceae Juss. 12-14 родов и 220-240 видов, распространённых, преимущественно, в Восточной Азии, а также в Северной Америке (Фирсов, Семенова, 2018). По мнению И.Ю. Коропачинского и Т.Н. Встовской к этому семейству относится 12 родов и более 250 видов (Коропачинский, Встовская, 2012). При этом все авторы признают, что род *Magnolia* L. – самый значительный в семействе: от 70-80 видов (Недолужко, 1995; Элайс, 2014) до 120 видов (Hillier, Coombes, 2003). По другим литературным данным род *Magnolia* L. включает от 80 (Тахтаджян, 1980, 1987) до 230 видов (Nooteboom, 2000; Figlar, Nooteboom, 2004). В последние годы, благодаря использованию методов молекулярной биологии, в систематике семейства Magnoliaceae Juss. произошли значительные изменения. Ведущими экспертами на основании анализа ДНК разных видов принимаются только 2 рода (*Magnolia* L. и *Liriodendron* L.).

Представители рода являются вечнозелёными и листопадными деревьями и кустарниками с защищёнными почками и очередными цельнокрайними листьями. Крупные терминальные генеративные почки закладываются в конце роста побегов и покрыты сросшимися цветочными чешуями, обычно густо опушёнными. Цветки с крупными лепестками и лепестковидными петаллоидами; как правило, с ароматом.

Генеративные части цветка расположены спирально на утолщённой оси: гименофор в верхней части, андрофор – в нижней. Опыление осуществляют в основном представители семейства Coleoptera (Treseder, 1978), обычно в бутонах перед их раскрытием. Плоды – сборные листовки, часто шишковидной формы. Семена довольно крупные, чёрные, покрытые оранжевой, или красной

саркотестой. После созревания выталкиваются из листовок и повисают на семенных нитях. Сочная саркотеста ингибирует прорастание семян и в естественных условиях семена всходят весной, после разрушения саркотесты. Семядоли простые, линейные, надземные (Тахтаджян, 1980).

В большинстве своём магнолии произрастают в горах и на возвышенных местах, нуждаются в дренированной слабокислой почве, не переносят её длительное переувлажнение. Растения в молодом возрасте и низкорослые виды устойчивы к умеренному затенению. Морозоустойчивость магнолий различна и определяется климатическими особенностями естественных мест произрастания видов. В природе магнолии размножаются семенами; у кустовидных видов отмечается укоренение периферийных побегов. Представители рода достаточно долговечны, быстро растут в молодом возрасте, при повреждении точки роста образуют побеги замещения (Келина, Карпун, 2011а).

1.2 Систематическое положение рода *Magnolia* L.

В 1703 г. Шарль Плюмье (Charles Plumier) присвоил в честь французского натуралиста и директора ботанического сада в Монпелье Пьера Маньоля (P. Magnol) название «*Magnolia*» роду древесных растений с острова Мартиника. Это название было использовано Карлом Линнеем в первом издании «*Species plantarum*» (1753) со ссылкой на Ш. Плюмье. В настоящее время, в соответствии с требованиями Международного кодекса ботанической номенклатуры авторство этого названия приписано Карлу Линнею, а датой публикации считается 1753 г. (Linnæi, 1753).

Первое систематическое описание магнолий встречается у Карла Линнея в книге «*Species Plantarum*» (1753), в которой он приводит один вид: *M. virginiana*. Под этим видом он описал пять разновидностей (*glauc*a, *foetida*, *grisea*, *tripetala* и *acuminata*). В десятом издании «*Systema Naturae*» (1758) он объединил *grisea* с *glauc*a и повысил четыре разновидности до статуса вида. *M. glauc*a идентична

M. virginiana, и поскольку последняя является первым принятым названием, вид теперь называется *M. virginiana* (Sweetbay magnolia). Разновидность *foetida* была отнесена к *M. grandiflora*, а *Magnolia tripetala* и *M. acuminata* еще не были выделены в самостоятельные виды. К концу XVIII века ботаники и охотники за растениями, исследующие Азию, начали определять и описывать виды магнолий из Китая и Японии. Первыми восточноазиатскими видами, которые были описаны европейскими ботаниками, явились *M. denudata*, *M. liliiflora*, *M. coco* и *M. figo*. Вскоре после этого, в 1794 г., Карл Питер Тунберг собрал и описал *M. obovata* из Японии и, примерно в этот период *M. kobus* была также впервые описана.

С увеличением числа видов род разделился на подрод *Magnolia* и подрод *Yulania*. *Magnolia* включает американский вечнозеленый вид *M. grandiflora*, широко распространенный в культуре, и *M. virginiana*, типовой вид. Секция *Yulania* содержит несколько листопадных восточноазиатских видов, таких как *M. denudata* и *M. kobus*, которые начали активно культивироваться и стали родительскими растениями в работах по гибридизации. Относится к секции *Yulania* также североамериканская листопадная *M. acuminata*, которая в последнее время используется в селекции и отвечает за желтый цвет лепестков у многих новых гибридов.

Описание видов и родов в семействе Magnoliaceae до конца XX в. проводилось исключительно на основании морфологических признаков. Так в 1927 г. Дж. Дэнди выделил 10 родов в семействе Magnoliaceae, описав их в «Kew Bulletin» (Dandy, 1927). Непосредственно род *Magnolia* L. он делит на подрод *Magnolia*, включающий секции *Gwillima* DC. (*M. championii*, *M. coco*, *M. delavayi*), *Lirianthe* (Spach) Reichenb. (*M. ashei*, *M. fraseri*, *M. hypoleuca*, *M. macrophylla*, *M. officinalis*, *M. pyramidata*, *M. rostrate*, *M. tripetala*), *Magnoliastrum* DC. (*M. virginiana*), *Oyama* Nakai (*M. sieboldii*, *M. sinensis*, *M. wilsonii*), *Theorhodon* Spach (*M. grandiflora*), *Gynopodium* Dandy (*M. nitida*), *Maingola* Dandy; подрод *Pleurochasma* Dandy, включающий секции *Yulania* (Spach) Reichenb. (*M. campbellii*, *M. cylindrica*, *M. dawsoniana*, *M. denudata*, *M. sargentiana*, *M. sprengeri*), *Buergeria* (S.&Z. Baill. (*M. acuminata*, *M. biondii*, *M. cordata*, *M. kobus*, *M. liliiflora*,

M. salicifolia, *M. stellata*) (Krüssman, 1985). В 1984 г. Law Yuh-Wu предложил разделение на 15 родов в статье «Предварительное исследование по таксономии семейства Magnoliaceae», (Law, 1984). В 2004 г. было выделено 16 родов в книге «Magnolias of China» (Liu et al., 2004).

К концу XX в. секвенирование ДНК стало доступным методом масштабных исследований филогенетических связей. Для изучения взаимосвязей было проведено несколько исследований, в том числе по многим видам семейства Magnoliaceae (Callaway, 1994; Azuma et al., 2001; Kim S. et al., 2001). Все эти исследования показали, что род *Michelia* и подрод *Yulania* из рода *Magnolia* были гораздо более тесно связаны друг с другом, чем каждый из них с подродом *Magnolia*. Эти филогенетические исследования были подтверждены морфологическими данными (Figlar, 2002).

Как подрод *Magnolia*, так и подрод *Yulania* включают виды, имеющие важное значение в декоративном садоводстве, и изменение названий было бы очень нежелательным для многих специалистов этой отрасли. В Европе *Magnolia* даже является синонимом *Yulania*, так как большинство местных культиваров включают *Magnolia (Yulania) denudata* в качестве одного из своих родителей. Большинство систематиков, признающих тесную взаимосвязь между подродом *Yulania* и родом *Michelia*, являются сторонниками объединения *Michelia* с родом *Magnolia*. То же самое относится к бывшим родам *Talauma* и *Dugandiodendron*, которые были включены в подрод *Magnolia* и род *Manglietia*, который в свою очередь может быть объединен с подродом *Magnolia* и получить статус дополнительного подрода. Точный номенклатурный статус малых или моноспецифических родов, таких как *Kmeria*, *Parakmeria*, *Pachylarnax*, *Manglietiastrum*, *Aromadendron*, *Woonyoungia*, *Alcimandra*, *Paramichelia* и *Tsoongiodendron*, остается неопределенным. Систематики, которые включают род *Michelia* в род *Magnolia*, склонны также объединить эти небольшие роды в *Magnolia*. В настоящее время, европейские и американские ботаники склоняются к укрупнению рода *Magnolia*, тогда как многие китайские ученые являются

сторонниками дробления на множество малых родов (Liu et al., 2004; Xia, Liu, Nooteboom, 2008).

В настоящее время род *Magnolia* L. включает 3 подрода (*Magnolia*, *Yulania*, *Gynopodium*), 12 секций и 13 подсекций. Выделение каждой из них подтверждается анализом ДНК и морфологическими признаками. В новой системе рода *Magnolia* L. признаются 224 вида и эта классификация принята обществом Magnolia Society International. В тоже время согласно базы данных «The Plant List» род *Magnolia* L. включает 260 видов, 8 подвидов, 17 разновидностей, 7 гибридов (<http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=Magnolia>).

1.3 Природный ареал рода *Magnolia* L.

Представители рода *Magnolia* L. произрастают в Восточной Азии, Северной и Центральной Америке, Гималаях (Krüssmann, 1985). Самые обширные природные ареалы и высокая концентрация представителей рода *Magnolia* L. расположены в Восточноазиатской флористической области, где наибольшее количество видов сосредоточено на территории Китая – 108 видов и Вьетнама – 45 видов. В Северной и Южной Америке магнолиями наиболее богаты флоры Колумбии, где произрастает 33 вида, Мексики – 30 видов и США (7 видов), с самым большим по площади сплошным ареалом магнолий в Новом Свете (Rivers et al., 2016) (Рисунок 1). На территории России род *Magnolia* L. представлен одним видом, занесенным в Красную книгу РФ – *Magnolia obovata* Thunb., произрастающим на о-ве Кунашир в Южных Курилах (Баркалов, 2009).

Представители рода *Magnolia* L. произрастают в Азии от Новой Гвинеи и Малых Зондских островов до Индокитая, Гималаев, Центрального Китая, Японии, Курильских островов; в Северной Америке – от юго-восточной и южной частей США, Центральной Америки, Вест-Индии и северной части Южной Америки – до Колумбии и северо-востока Бразилии. Находки ископаемых останков представителей магнолиевых в Северной Америке и Европе позволяют

предположить, что ареал рода был более обширным и включал северные территории, современные границы которого сформировались в результате активных миграционных процессов в течение последних 100 млн. лет (Azuma, 2001).

Несмотря на длительное всестороннее изучение рода *Magnolia* L., продолжается поиск и описание новых видов. Так, в июне 1998 г. в сельве Южной Америки (Peru, Alta Mayo valley) найден вид магнолии, ранее не известный науке (https://www.magnoliasociety.org/Journal_47_91_Peru). В 2002 г. в результате ревизии произрастающих в парке «Южные культуры» (Адлерский р-он г. Сочи) интродуцированных представителей семейства Magnoliaceae, было установлено, что одно из растений, выращенное из семян, привезенных из провинции Юньнань, принадлежит новому для науки виду, отличающемуся от *Magnolia delavayi* Franch. Новый вид магнолии был назван в честь доктора биологических наук, профессора Юрия Николаевича Карпуна, обратившего внимание на это растение – *Magnolia carpunii* M.S.Romanov et A.V.Bobrov sp. nova (Романов, Бобров, 2003).

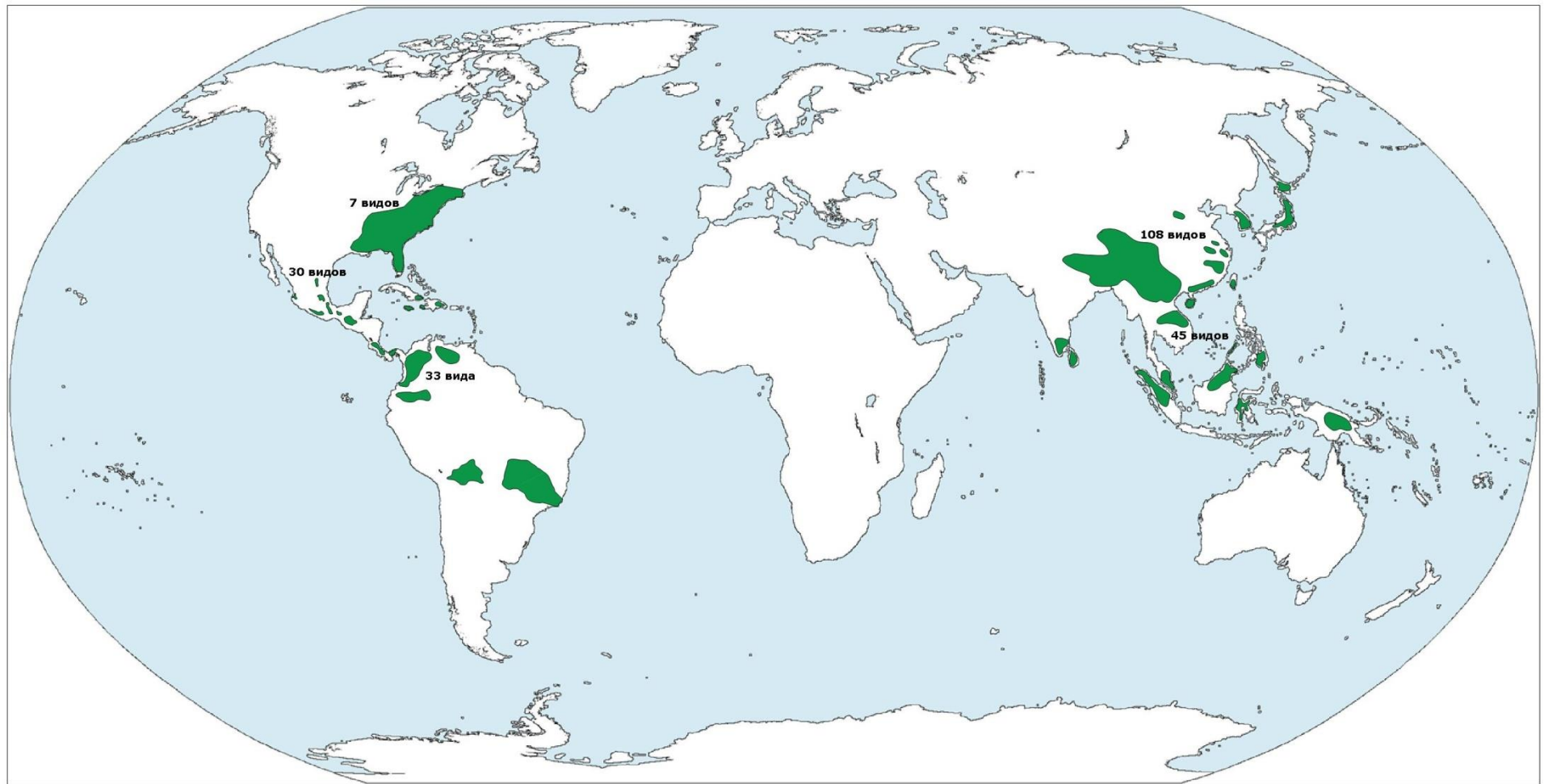


Рисунок 1 – Природный ареал рода *Magnolia* L.

1.4 Культигенный ареал рода *Magnolia* L.

Являясь высокодекоративными растениями, особенно в период цветения, а вечнозелёные виды и вне его, магнолии широко культивируются как декоративные растения. В странах Восточной Азии: Китае, Японии, Корее аборигенные виды выращиваются с незапамятных времён, будучи весьма распространёнными и популярными. В садах Европы в 1688 г. начали культивировать североамериканскую *M. virginiana*. Восточноазиатские магнолии появились в европейских садах значительно позже. В настоящее время магнолии культивируются повсеместно, где только позволяют климатические условия. А если учесть, что некоторые восточноазиатские и североамериканские виды могут переносить понижение температуры воздуха до -30°C и ниже, то география культивирования этих эффектных садовых растений весьма обширна (Термена, Турлай, 1992; Петухова, 2003; Коршук, Палагеча, 2007; Карпун, 2010; Келина, Карпун, 2011б; Палагеча, Таран, Бацманова, 2009; Карпун, Хварцкия, 2016).

Целенаправленная и планомерная интродукция магнолий началась с середины XVIII в. – сначала в Англии, несколько позже – в других европейских странах и Северной Америке. В России с начала XIX в. магнолии культивируются в НБС и в Ботаническом саду Петра Великого в Санкт-Петербурге, с конца XIX в. – в парке «Дендрарий» г. Сочи. В каталогах Ботанического сада Петра Великого за период интродукции 1816-2017 гг. было отмечено 18 видов, достоверно делалась попытка выращивания в открытом грунте 12 видов, из которых наибольшую зимостойкость показали *M. acuminata* и *M. sieboldii*. В настоящее время коллекция магнолий в этом ботаническом саду насчитывает 9 видов (Фирсов, Семенова, 2018). На территории России в настоящее время наиболее крупные коллекции магнолий сосредоточены в Субтропическом ботаническом саду Кубани (г. Сочи) – 58 видовых и внутривидовых таксонов и в частной коллекции А.А. Миляева в Воронеже – 85 таксонов. В Крыму, помимо НБС, следует отметить дендрологическую коллекцию Ботанического сада им. Н.В. Багрова (г. Симферополь), насчитывающую 9 таксонов листопадных

магнолий, а также частную коллекцию Н.В. Лепешко в с. Перевальное, расположенном в Предгорном Крыму, состоящую из 16 таксонов.

За пределами России на постсоветском пространстве интродукцию магнолий начали на территории современной Украины в дендрологическом парке «Софиевка» в Умани в 1796 г., когда в оранжереях начали выращивать *M. grandiflora* в качестве кадочной подстановочной культуры (Косенко и др., 2010). Немного позднее (1806 г.) интродукция магнолий была начата в Кременецком ботаническом саду. В сады состоятельных людей Средней Азии магнолия впервые интродуцирована в начале XIX в. (Дылевский, 1912; Щербаков, 1939). В Таджикистане первые опыты по культуре магнолии в 1936 г. были неудачными. В последующем *M. grandiflora* стали культивировать не только в ботанических садах, но и на участках любителей-садоводов в Душанбе и Ленинабаде. Культура магнолии в Таджикистане, как и в других соседних с ним республиках Средней Азии с жарким и сухим климатом, весьма трудоемка (Гинкул, 1939; Родионенко, 1954; Магнолия..., 1986). Несмотря на это, в настоящее время *M. grandiflora* активно используется в городском озеленении г. Душанбе.

В настоящее время работы по селекции и интродукционному изучению представителей рода *Magnolia* L. проводятся во многих ботанических садах умеренных и субтропических областей Земли. Крупнейшая коллекция *ex situ* рода *Magnolia* L. в мире и, в частности, в Восточной Азии расположена в Чоллипо Арборетум в Южной Корее (Chollipo Arboretum, Korea), насчитывающая более 600 видовых и внутривидовых таксонов (http://chollipo.org/eng/?menuKey=1#sub_1_2_box). В Европе крупнейшие коллекции магнолий представлены в Арборетуме Веспелаара в Бельгии (Arboretum Wespelaar, Belgium) – 282 таксона (<https://www.arboretumwespelaar.be/userfiles/file/pdf/AW-Catalogue-woody-plants-name.pdf>) и в Королевском ботаническом саду Кью в Великобритании (Royal Botanic Gardens Kew, UK) – 250 таксонов (Каменева, 2018). В Северной Америке наиболее многочисленная коллекция магнолий сосредоточена в Скотт Арборетум

Колледжа Сфарфмора в Пенсильвании (The Scott Arboretum of Swarthmore College, USA) – 140 таксонов (<https://www.scottarboretum.org/gardens/>). В штате Висконсин в Ботаническом саду Грин Бэй (Green Bay Botanical Garden, USA) собрана коллекция магнолий, включающая 122 таксона, из которых 17 являются уникальными (<https://gbbg.org/magnolia-collection/>). Многие садовые формы были получены на базе этой коллекции известным селекционером магнолий Дэннисом Ледвиной. В Канаде на Тихоокеанском побережье в Ванкувере (The University of British Columbia Botanical Garden, Canada) в дендрологической коллекции Ботанического сада Университета Британской Колумбии собрано 85 таксонов магнолий (<https://botanicalgarden.ubc.ca/research-collections/plant-collections/magnolias/>).

В Дании в Арборетуме Хоршолм собрана коллекция из 7 видов магнолий, из которых наиболее перспективной для данного региона является *M. sieboldii* (<https://ign.ku.dk/arboretum-hoersholm/>). В США *M. grandiflora* имеет обширный культигенный ареал, зачастую значительно удаленный от мест естественного произрастания. Так, в Сиэтле на Северо-Западе США в Ботаническом саду Университета Вашингтона (The University of Washington Botanic Gardens) данный вид получил широкое распространение (<https://botanicgardens.uw.edu/?s=Magnolia>). В штате Пенсильвания в Моррис Арборетум в дендрологической коллекции представлено 8 аборигенных видов: *M. acuminata*, *M. ashei*, *M. fraseri*, *M. grandiflora*, *M. macrophylla*, *M. pyramidata*, *M. tripetala*, *M. virginiana* (Samaha, 2017). В жарком и засушливом климате Калифорнии в долине Сонома (Sonoma Botanical Garden) с успехом культивируется восточноазиатский вид – *M. wilsonii* (www.quarryhillbg.org/magnoliawilsonii.html). На постсоветском пространстве наиболее многочисленная коллекция магнолий собрана в Ботаническом саду им. акад. А. В. Фомина Киевского национального университета, насчитывающая 65 видовых и внутривидовых таксонов. (Гордейчук, Кубинская, Евсикова, 2017). Одни из наиболее многочисленных коллекций *ex situ* рода *Magnolia* L. в мире представлены на рисунке 2.

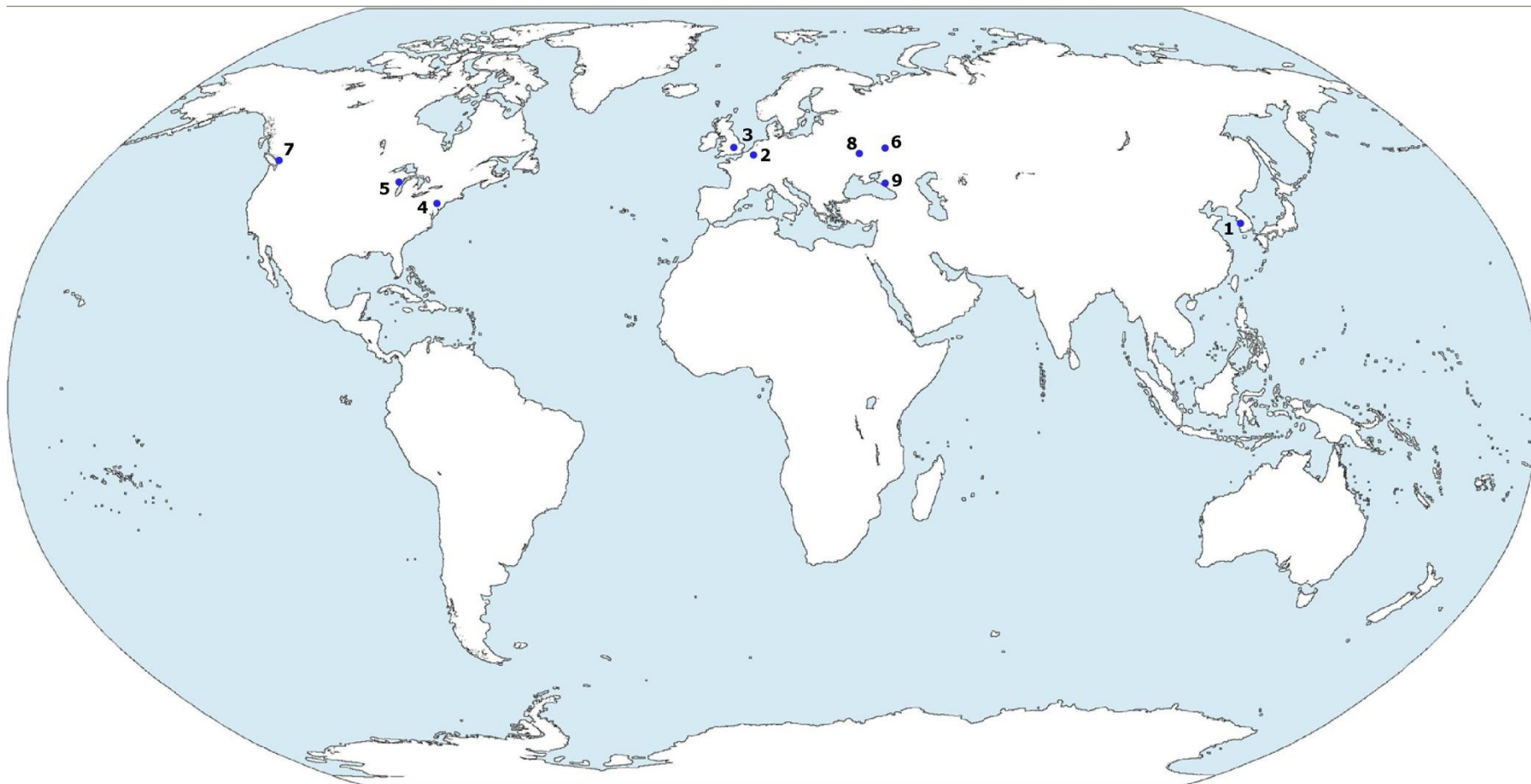


Рисунок 2 – Крупнейшие коллекции магнолий в мире (1 – Чоллипо Арборетум, Южная Корея, 2 – Арборетум Веспелаара, Бельгия, 3 – Королевский ботанический сад Кью, Великобритания, 4 – Скотт Арборетум в Пенсильвании, США, 5 – Ботанический сад Грин Бэй, США, 6 – частная коллекция в Воронеже, Россия, 7 – Ботанический сад университета Британской Колумбии, Канада, 8 – Ботанический сад им. акад. А. В. Фомина, Украина, 9 – Субтропический ботанический сад Кубани, Россия)

В США в штате Юта (The Utah State University) культивируются *M. grandiflora*, *M. kobus*, *M. liliiflora*, *M. stellata* (Kuhns, 2001). Некоторые виды магнолий, применяемые в озеленении, стали потенциально инвазионными, например *M. obovata* в Южной Корее (Kwon, Oh, 2015). В тоже время в России этот вид занесен в Красную книгу и произрастает только на о-ве Кунашир. Зачастую, в озеленении используют не только интродуцированные виды магнолий, но и аборигенные. Так в декоративном садоводстве Японии давно используется местный вид – *M. kobus*.

Следует отметить, что в дендрологических коллекциях ботанических садов мира преобладают восточноазиатские виды, разновидности, их гибриды и садовые формы магнолий. Из вечнозеленых магнолий первенство в мире принадлежит североамериканскому виду и его садовым формам – *M. grandiflora*.

1.5 История интродукции представителей рода *Magnolia* L. в Крыму

Работы по планомерной интродукции представителей рода *Magnolia* L. в Крыму были начаты в НБС в 1813 г. (Анисимова, 1939). Ниже перечислены виды, разновидности, гибриды и садовые формы магнолий, проходившие первичное интродукционное испытание в Арборетуме НБС в разное время.

Магнолия заостренная (*M. acuminata*) – интродуцировалась НБС в 1814 и 1819 гг. В 1833 г. была высажена в имении второго директора НБС Н.А. Гартвиса, расположенного на территории нынешнего МДЦ «Артек», цвела и образовывала всхожие семена. Указания о продаже сеянцев этой магнолии встречаются в отчетах НБС до 1850 г. В настоящее время в коллекции Арборетума отсутствует.

Магнолия Делавея (*M. delavayi*) – в НБС введена в 1954 г. Была представлена одним экземпляром, в настоящее время в коллекции Арборетума отсутствует.

Магнолия оголенная (*M. denudata*) – в 1833 г. была высажена в Артеке, где уже с 1842 г. отмечается ее плодоношение. С этого периода в НБС производились

посевы полученных из Артека семян *M. denudata* и распространяются саженцы по Крыму. Первая удачная посадка этой магнолии в Арборетуме НБС датируется 1860 г., но к настоящему времени старовозрастных экземпляров не сохранилось. На интродукционно-коллекционном питомнике НБС для посадки в Арборетум доращивается посадочный материал, полученный от посева семян в 2016 г.

Магнолия виргинская (*M. virginiana*) – в НБС вводилась неоднократно в 1813, 1814 и 1818 гг. Семена поступали из Горенского ботанического сада, принадлежавшего графу А.Г. Разумовскому. Более подробных данных о ней не сохранилось, но известно, что посадочный материал распространялся НБС. В последний раз о *M. virginiana* упоминается в списке 1909 г. В 1939 г. А.И. Анисимова указывает, что данный вид магнолии отсутствует как в НБС, так и в Крыму.

Магнолия крупноцветковая (*M. grandiflora*) – в НБС введена в 1817 г., но положительные результаты ее культивирования достигнуты значительно позднее. В 1833 г. саженцы были высажены в Артеке и, одновременно, в Алушке. В отчетах 1841-1842 гг. Н.А. Гартвис отмечает: «магнолии в Алушке и Артеке совершенно акклиматизировались и 16-летние деревья в Артеке начали плодоносить». С этого времени *M. grandiflora* начали активно размножать в НБС посевом семян из Артека. Сеянцы и саженцы в горшках тысячами продавались и распространялись бесплатно, главным образом по ЮБК – от Кастрополя до Алушты, в Судак (Крымскому училищу виноградарства). За пределы Крыма в 1850 г. были отправлены саженцы в Мингрелию (г. Зугдиди), в 1892 г. в Гамбург садоводу Буссу (300 экз.) в обмен на новые декоративные растения.

Магнолия Кобус (*M. kobus*) – в НБС интродуцирована в 1929 г. По состоянию на 1939 г. одно из деревьев, имеющее высоту 1,0 м, не вступило в генеративную фазу. В настоящее время деревья первых посадок в Арборетуме НБС отсутствуют.

Магнолия Кобус разновидность северная (*M. kobus* var. *borealis*) – в НБС интродуцирована в 1962 г. В настоящее время один генеративный экземпляр произрастает в Верхнем парке НБС.

Магнолия лилиецветная (*M. liliiflora*) – в НБС интродуцирована до 1879 г. По состоянию на 1939 г. в Нижнем парке Арборетума произрастало одно дерево высотой 3,0 м, высаженное в 1914 г. из парка «Синоп» в Сухуме. Дерево обильно цвело, а с 1923 г. началось формирование плодов и семян.

Магнолия лилиецветная разновидность изящная (*M. liliiflora* var. *gracilis*) – в НБС интродуцирована в 1914 г. небольшим саженцем из парка «Синоп». По состоянию на 1939 г. произрастал один экземпляр высотой 1,5 м в Приморском парке НБС, который ежегодно цвел в мае. В настоящее время *M. liliiflora* и *M. liliiflora* var. *gracilis* в Арборетуме НБС отсутствуют.

Магнолия крупнолистная (*M. macrophylla*) – культивировалась в Артеке, где обильно цвела и образовывала много семян. В 1840-1850 гг. эти семена высевались в НБС с целью продажи сеянцев. В настоящее время в коллекции Арборетума отсутствует.

Магнолия Суланжа (*M. × soulangeana*) – была высажена в 1833 г. в Артеке, а с 1850-х г. НБС распространял посадочный материал по Крыму и на Кавказ. В настоящее время в Арборетуме НБС произрастает пять деревьев.

Магнолия Суланжа 'Александрина' (*M. × soulangeana* 'Alexandrina') – была высажена в 1833 г. в Артеке, затем семенами высевалась в НБС в 1840-1850 гг. Полученные саженцы распространялись по Крыму. Упоминается в путеводителе по НБС 1908 г. как цветущее дерево. В настоящее время в Нижнем парке Арборетума произрастает одно дерево посадки 1929 г.

Магнолия Суланжа 'Специоза' (*M. × soulangeana* 'Speciosa') – интродуцирована в НБС в 1930 г., высажена в Нижнем парке. Росла медленно, цвела с 1932 г., но в настоящее время в коллекции НБС отсутствует.

Магнолия Суланжа 'Ленне' (*M. × soulangeana* 'Lenei') – в НБС известна по инвентаризационному списку 1879 г. В настоящее время старовозрастные экземпляры в Арборетуме отсутствуют.

Магнолия трехлепестковая (*M. tripetala*) – в НБС интродуцировалась в 1817 и 1818 гг. семенами. Испытывалась на опытном участке в Артеке и в 1840-1850 гг., благодаря регулярным посевам семян от плодоносящего артековского

экземпляра, распространялась НБС по Крыму и за его пределы – в Одессу, Николаев, Воронеж. В настоящее время старовозрастные экземпляры в Арборетуме отсутствуют.

Именно XIX век стал наиболее продуктивным в интродукции магнолий в НБС. В настоящее время продолжается интродукционная работы с представителями рода *Magnolia* L. В результате экспедиции на ЧПК в 2012 г. из Субтропического ботанического сада Кубани в числе многих древесных интродуцентов были привезены саженцы *M. grandiflora* 'Charles Dickens'. В октябре 2016 г. из экспедиции в Китай (г. Пекин) были привезены семена *M. denudata* и *M. biondii*. Полученный посадочный материал доращивается на интродукционно-коллекционном питомнике НБС. В ноябре 2017 г. в частной коллекции магнолий в с. Перевальное, были собраны семена *M. × soulangeana* 'Lennei' и получен посадочный материал. Весной 2018 г. из частной коллекции в г. Воронеж были получены стратифицированные семена 6 садовых форм магнолий (*M. × 'Golden Rain'*, *M. kobus*, *M. × 'Red Baron'*, *M. × 'Sansation'*, *M. stellata* 'Waterlily', *M. × 'Yellow Bird'*). В результате посева получены сеянцы вышеуказанных садовых форм. В том же году А.А. Миляевым были переданы саженцы 5 садовых форм магнолий (*M. kobus* var. *loebneri* 'Mag's Pirouette', *M. kobus* var. *loebneri* 'Wildcat', *M. × 'Red Baron'*, *M. stellata* 'Rosea', *M. × 'Sunsation'*), которые были оставлены на интродукционно-коллекционном питомнике для доращивания. В октябре 2018 г. в частной коллекции в с. Перевальное были собраны семена 7 видовых и внутривидовых таксонов магнолий (*M. × 'Galaxy'*, *M. × 'Rubiflora Scarlett'*, *M. × soulangeana* 'Lennei', *M. × soulangeana* 'Lennei Alba', *M. stellata*, *M. tripetala*, *M. × 'Yellow Lantern'*), произведен посев и получен посадочный материал. В 2018 г. в садовом центре «Олива» (пгт. Кореиз) был приобретен посадочный материал двух новых садовых форм магнолий (*M. × 'Betty'*, *M. grandiflora* 'Little Gem').

Таким образом, в настоящее время первичное интродукционное испытание в Арборетуме НБС и интродукционно-коллекционном питомнике НБС проходит 21 видовой и внутривидовой таксон рода *Magnolia* L.

РАЗДЕЛ 2 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕГИОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Крымский полуостров расположен в юго-западной части России, омывается Черным и Азовским морями. Площадь – 26 860 км², из которых 72 % – равнина, 20 % – горы и 8 % – озёра и другие водные объекты. По характеру рельефа полуостров делится на три неравные части: Северо-Крымская равнина с Тарханкутской возвышенностью (около 70 % территории), грядово-холмистые равнины Керченского полуострова с проявлением грязевого вулканизма и горный Крым, простирающийся тремя грядами – Главной (южной), Внутренней и Внешней (северной), разделёнными продольными равнинами. Горные сооружения Крыма являются частью Альпийской складчатой геосинклинальной области. Складчатая область Горного Крыма – крупное глыбовое поднятие, южная часть которого опущена под уровень Чёрного моря. Оно сложено интенсивно дислоцированными триас-юрскими флишевыми отложениями и более спокойно залегающими верхнеюрскими карбонатными и песчано-глинистыми меловыми, палеогеновыми и неогеновыми толщами. С ними связаны месторождения железных руд, различных солей, флюсовых известняков и др. Главная гряда Крымских гор – наиболее высокая (1545 м, гора Роман-Кош), представляет собой цепь отдельных плосковершинных известняковых массивов (яйл), разделённых глубокими каньонами. Южный склон Главной гряды выделяется как Крымское субсредиземноморье. Внутренняя и Внешняя гряды образуют Крымское предгорье. Горный Крым из-за разнообразия геологического и рельефного строения характеризуется сложным составом и большой скоростью изменения почвенного покрова. Равнинный Крым в целом имеет более простой состав почв. Вследствие древней и относительно интенсивной хозяйственной освоенности земель Крыма здесь на естественный процесс почвообразования наложились изменения, связанные с деятельностью человека (Современные ландшафты..., 2009).

Равнинный Крым располагается в подзоне дерновинно-злаковых сухих степей с южными черноземами и темно-каштановыми почвами. В горном Крыму на северном и верхней части южного макросклона Главной гряды гор распространены бурые горные лесные, а на вершинной части (яйлах) – горно-степные и горно-луговые черноземовидные почвы (Драган, 2011).

Между южной грядой основного хребта Крымских гор и Черным морем тянется узкая береговая полоса. Часть ее от мыса Айя до горно-вулканического массива Карадаг называют Южным берегом Крыма (ЮБК). Для ЮБК и частично – юго-западной части Крыма характерны коричневые почвы, сформировавшиеся под сухими лесами и кустарниковыми зарослями.

Климат относится к числу важнейших факторов образования ландшафтов. Климат большей части Крыма можно охарактеризовать как климат умеренного пояса – мягкий степной в равнинной части, более влажный широколиственно-лесной – в горах. Географическое положение ЮБК, защищенность его с севера горами, близость теплого Черного моря обуславливают формирование климата средиземноморского типа с преобладанием осенне-зимних осадков, умеренно жарким засушливым летом и мягкой зимой с частыми оттепелями (Климатический атлас..., 2000). Даже в специальной литературе климат западной части ЮБК (мыс Айя – гора Кастель) часто называют субтропическим. Однако, как показывают новейшие исследования, необходимо отказаться от буквального понимания этого выражения. Генезис местного климата совсем иной, чем в субтропической зоне. Правильнее именовать климат ЮБК условно субтропическим. Можно лишь говорить, что в приморской полосе до высоты 200 – 250 м статистические значения термических показателей соответствуют агроклиматическим критериям субтропичности (Антюфеев, 2015).

Разнообразие климатических условий Крымского полуострова отражено в его районировании. Базируясь на физико-географических особенностях, теплообеспеченности вегетационного периода, морозоопасности, атмосферной циркуляции и пространственном распределении других климатических показателей на территории полуострова выделено три агроклиматических района:

равнинно-степной умеренно жаркий, северного макросклона Крымских гор – от умеренно-жаркого до прохладного, южного макросклона Крымских гор – от жаркого до умеренно-прохладного (Опанасенко, Костенко, Евтушенко, 2015; Рисунок 3).

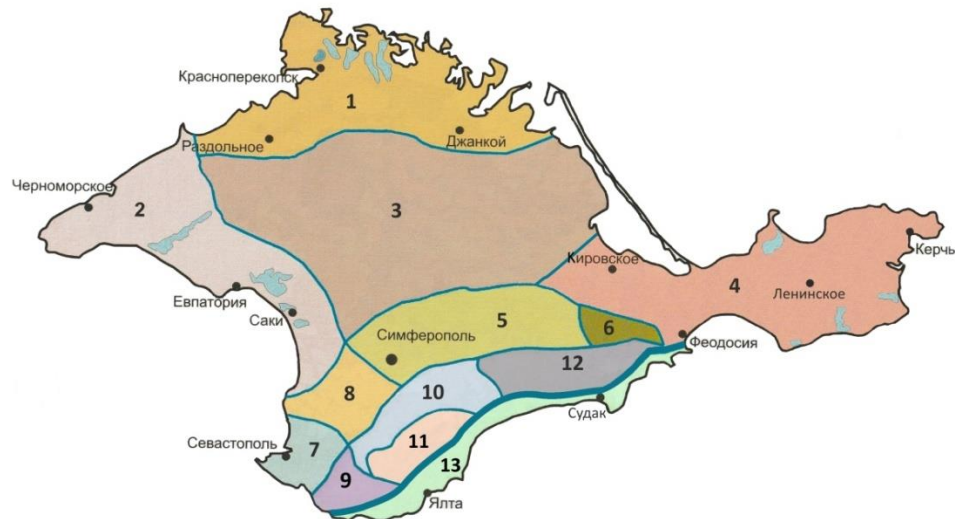


Рисунок 3 – Агроклиматические районы Крыма:

1 – Северный Присивашский, 2 – Западный степной причерноморский, 3 – Центральный равнинно-степной, 4 – Керченский, 5 – Центральный предгорный, 6 – Восточный предгорный, 7 – Западный предгорный (Гераклеяский), 8 – Юго-западный предгорный, 9 – Байдарский низкогорный, 10 – Качинско-Салгирский низкогорный, 11 – Западный яйлинский, 12 – Восточный низко- и среднегорный, 13 – Южнобережный район.

Сложная топография прибрежной зоны ЮБК вносят микроклиматическое разнообразие среди отдельных районов. Основными факторами, определяющими микроклимат территории ЮБК, является форма рельефа, высота места и удаление от берега моря, экспозиция склона и условия защищенности, действующие, как правило, совместно (Плугатарь, Корсакова, Ильницкий, 2015). Один из главных элементов климата – температура воздуха. В Крыму годовое изменение температуры воздуха почти совпадает с изменением притока солнечной радиации. Среднемесячные температуры воздуха в основном изменяются с севера на юг, за

исключением ЮБК, где изменение происходит к востоку и к западу. Чаще всего наиболее холодным месяцем является январь или февраль, особенно на морском побережье. Наиболее низкая средняя температура (-4°C) в январе наблюдается в горах, а наиболее высокая (около $+5^{\circ}\text{C}$) – на ЮБК. Самая высокая средняя месячная температура чаще всего бывает в июле, когда она достигает $+23...+24^{\circ}\text{C}$ на большей части полуострова, а в горах $+16^{\circ}\text{C}$. Самая высокая температура летом – абсолютный максимум ($+40,7^{\circ}\text{C}$) – была зарегистрирована в августе 1930 г. в поселке Клепинино. Минимальная температура воздуха в Крыму наблюдается во время вторжения континентального арктического воздуха. Абсолютный минимум температуры воздуха бывает преимущественно в январе-феврале. Он составляет в центральной части степи $-30...-32^{\circ}\text{C}$, а в предгорье – до $-35...-37^{\circ}\text{C}$. Самая низкая температура зимой – абсолютный минимум ($-36,8^{\circ}\text{C}$) – зарегистрирована в январе 1940 г. в поселке Нижнегорский. Наиболее морозоопасными являются долины и вершины Крымских гор (150-160 дней), а наименее – ЮБК (безморозных 240-260 дней в году). Наряду с температурой воздуха важным элементом климата являются атмосферные осадки. В связи со сложным строением рельефа и особенностями циркуляции атмосферы они распределяются очень неравномерно по территории Крыма – от 250 мм в год в степи до 1000 мм и более в горах. Максимальная сумма осадков (1718 мм) зарегистрирована в 1981 г. на горе Ай-Петри. Большая часть полуострова характеризуется недостаточным увлажнением, особенно морское побережье, где осадков выпадает на 100-150 мм меньше, чем даже в центральных районах степи. Осадки неравномерно распределяются и по сезонам года. Так, в Степном и Предгорном Крыму максимум их приходится на июнь-июль, на ЮБК и в южной части гор – на январь или декабрь, на западном и восточном побережьях осадки выпадают относительно равномерно в течение года.

НБС расположен в центральной части ЮБК (Рисунок 4). Арборетум НБС площадью 40 га включает четыре парка: Верхний, Нижний, Приморский и Монтедор (Рисунок 5), расположенные в пределах высот от 5 м до 200 м над уровнем моря, экспозиция склонов в основном южная, крутизна от 3° до 20° . В

верхней части Арборетума рельеф более пологий (3° - 10°), в нижней прибрежной – более крутой (10° - 20°).



Рисунок 4 – Географическое положение Никитского ботанического сада
(с.ш. $44^{\circ}31'$; в.д. $34^{\circ}15'$)



Рисунок 5 – Парки Арборетума Никитского ботанического сада

Преобладающий тип почв на данной территории – агрокоричневые почвы культурфитоценозов (Почвы парков..., 2018). По климатическим условиям район проведения наблюдений относится к сухим субтропикам. Жаркое сухое лето, относительно теплая зима (Важов, 1977). Среднегодовая температура в районе расположения парков составляет +12,4°C. Средняя температура зимнего периода +3,2°C, летнего +23,4°C Абсолютный минимум, зафиксированный в феврале 1930 г., составил –14,6°C, максимум в августе 1998 г. +39,0°C. Среднегодовое количество осадков для данного района – 595 мм, большая их часть выпадает в осенне-зимний период. Длительность засушливого периода, который обычно начинается во второй половине вегетационного периода, составляет 4-4,5 месяца, а также высокие значения радиационного индекса сухости (2,0) характеризуют достаточно жесткие климатические условия для роста и развития представителей рода *Magnolia* L. в районе расположения Арборетума НБС (Плугатарь, Корсакова, Ильницкий, 2015).

РАЗДЕЛ 3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись 10 видовых и внутривидовых таксонов рода *Magnolia* L.: *M. grandiflora*, *M. grandiflora* 'Hartwissiana', *M. grandiflora* 'Little Gem', *M. grandiflora* 'Rotundifolia', *M. kobus*, *M. kobus* var. *borealis*, *M. kobus* var. *loebneri*, *M. kobus* var. *loebneri* 'Merrill', *M. × soulangeana*, *M. × soulangeana* 'Alexandrina', представленные генеративными разновозрастными экземплярами в Арборетуме НБС (Таблица 1; Приложения А, Б).

Таблица 1 – Общая характеристика объектов исследования

№ п/п	Таксон	Природный ареал	Год интродукции в НБС	Кол-во экземпляров
1	<i>M. grandiflora</i>	Юго-Восток Северной Америки – от северной Каролины до северной Флориды, Техаса, западной Луизианы и южного Арканзаса.	1817	20
2	<i>M. grandiflora</i> 'Hartwissiana'	Садовая форма	Выделена Н.А. Гартвисом в НБС	1
3	<i>M. grandiflora</i> 'Little Gem'	Садовая форма	2018	1
4	<i>M. grandiflora</i> 'Rotundifolia'	Садовая форма	1849	2
5	<i>M. kobus</i>	Япония	1929	1
6	<i>M. kobus</i> var. <i>borealis</i>	Япония (север о-ва Хонсю, о-в Хоккайдо)	1962	1
7	<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>	Разновидность	1995	2
8	<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i> 'Merrill'	Садовая форма	1995	2
9	<i>M. × soulangeana</i>	Гибрид	1833	5
10	<i>M. × soulangeana</i> 'Alexandrina'	Садовая форма	1833	1

Магнолия крупноцветковая (*M. grandiflora*) – вечнозеленое дерево первой величины (высотой до 38 м). Кора от бледно-коричневой до серой, тонко чешуйчатая с трещинами. Побеги, вегетативные почки, черешки и абаксиальные поверхности листовых пластин густо серовато-коричневые. Черешок длиной 1,5-4 см, глубоко бороздчатый, без заметного рубца; листовая пластинка эллиптическая, продолговато-эллиптическая или яйцевидно-продолговатая, размером 10-20×4-10 см, густо кожистая, с интенсивным зеленовато-желтым цветом, сверху глянцевая, снизу ржаво-опушенная, основание клиновидное. Цветки молочно-белые с сильным ароматом, диаметром 18-30 см. Лепестков венчика от 9 до 12, обратнойцевидной формы, размером 6-10×5-7 см. Тычинки длиной около 2 см, нити фиолетовые, пыльники интрорзные. Плод - прямостоячая шишкообразная многолистовка, размером 7-10×4-5 см. Семена яйцевидные размером около 1,4×0,6 см, при созревании покрыты ярко-красной саркотестой, свисают на тонких оранжевых нитях; созревают в октябре-ноябре. Набор хромосом $2n = 114$ (Gilman, Watson, 1994). Древесина диффузно-пористая, годовичные кольца четко выраженные, паренхима краевая; заболонь широкая, кремово-белая или сероватая, сердцевина темно-коричневая. Древесина слабо устойчива к гниению и повреждениям ксилофагами (<https://www.wood-database.com/southern-magnolia/>). В естественных условиях *M. grandiflora* произрастает в южной и юго-восточной частях США, являясь элементом фитоценозов летнезеленых лиственных лесов умеренной и субтропической зоны с зимним периодом покоя (неморальная зона). *M. grandiflora* редко образует чистые насаждения, но обычно произрастает в сообществах с различными мезофитными лиственными деревьями в поймах рек, на прибрежных равнинах, склонах оврагов, дюнах в пределах 0-150 м н.у.м. Это второстепенный элемент пяти типов лесных фитоценозов. Другими деревьями, которые являются характерными элементами фитоценозов Юга и Юго-Востока США с участием *M. grandiflora*, являются *Fagus grandifolia* Ehrh., *Liquidambar styraciflua* L., *Liriodendron tulipifera* L., *Quercus falcata* Michx., *Quercus alba* L., *Carya alba* (L.) Nutt. ex Elliott и *Carya glabra* (Mill.) Sweet. Подлесок данных фитоценозов сформирован из следующих видов: *Aralia spinosa* L., *Cornus florida* L., *Cornus foemina* Mill.,

Callicarpa americana L., *Euonymus americanus* L., *Morella cerifera* (L.) Small, *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze, *Symplocos tinctoria* (L.) L'Hér., *Vitis rotundifolia* Michx. (Maisenhelder, 1970; Elias, 1980).

Самое высокое дерево *M. grandiflora*, высотой 37,2 м с диаметром ствола 1,97 м, зарегистрировано в графстве Смит, штат Миссисипи (<https://www.srs.fs.usda.gov/>). В культурфитоценозах Европы старейшее дерево *M. grandiflora* произрастает в Orto Botanico Roma Largo Cristina di Svezia (Рим, Италия) – высажено около 1700 г. (<https://www.monumentaltrees.com/>).

Магнолия Кобус (*M. kobus*) – листопадное дерево высотой до 20 м, с широкопирамидальной или широкораскидистой кроной диаметром до 6 м. Кора темно-серая, ветви серо-коричневые. Молодые побеги коричнево-оливковой окраски. Генеративные почки крупные, шелковистоопушенные, вегетативные – меньшие по размеру, малоопушенные. Листья длиной до 12 см, обратно-яйцевидные, в основании клиновидные, на верхушке короткозаостренные, сверху – зеленые, снизу – серовато-зеленые. Цветки чашевидные, молочно-белые, диаметром до 10 см. Лепестков – шесть, у основания имеются тонкие пурпурные полосы. Плоды – многолистовки, скрученные, желто-зеленые, до 8 см длиной, на солнечной стороне – ярко-малиновые. Семена черные, почковидные, в малиновой саркотесте (Минченко, Коршук, 1987). Исследуемый вид относится к Красному списку магнолиевых мира (Cicuzza, Newton, Oldfield, 2007) и списку МСОП. В естественных условиях произрастает практически на всех островах Японского архипелага, за исключением о-вов Киуши и Рюкю, в высотном диапазоне от 0 до 1700 м н.у.м. в широколиственных лесах, вдоль горных ручьев (Khela, 2014b).

В культурфитоценозах самое высокое дерево *M. kobus* произрастает в Bochum-Mitte-Stadtpark (Германия, г. Митте) – 17,0 м; старейшее дерево произрастает в Norbertijner klooster (Нидерланды, г. Хеесвийк) – высажено около 1850 г. Наибольший диаметр ствола у *M. kobus* зафиксирован в Karel de Grotelaan, (Нидерланды, г. Эйндховен) – 81,0 см (<https://www.monumentaltrees.com/>).

Магнолия Кобус разновидность северная (*M. kobus* var. *borealis*) – быстрорастущее листопадное дерево, высотой до 25 м, с ширококонической

формой кроны, цветки как у исходного вида. Является одной из наиболее морозостойких магнолий в мире. Природный ареал: Япония (о-в Хоккайдо, север о-ва Хонсю).

Магнолия Кобус разновидность Лэбнера (*M. kobus* var. *loebneri*) – компактное листопадное дерево или кустарник высотой 6-8 м, цветки белые, диаметром до 15-17 см, состоящие из 12 лепестков, ароматные.

Магнолия Кобус разновидность Лэбнера 'Мэрил' (*M. kobus* var. *loebneri* 'Merrill') – отличается от предыдущей разновидности более крупными цветками, состоящими из 15 спаренных лепестков. Рано вступает в цветение (с 5 лет). Данная садовая форма выделена в 1939 г. в Арнольд Арборетуме (США, Бостон).

Магнолия Суланжа (*M. × soulangeana*) – листопадное кустовидное дерево высотой до 6–8 м с густой раскидистой кроной. Листья жесткие, обратнояйцевидные, с заостренной верхушкой и клиновидным или округлым основанием, длиной около 12 см и шириной 8 см; сверху зеленые, снизу более светлые, слабо опушенные. Цветки белые с розовым оттенком. Цветёт обильно до появления листьев в течение двух недель, в конце марта-апреле. Цветки имеют выраженный аромат лилии. Плод - удлинённо-деформированная многолистовка, на дереве немногочисленные, плодоношение нерегулярное. Была получена в 1820 г. в Королевском институте Агрокультуры вблизи Парижа его основателем и первым директором Этьеном Суланж-Бодэн (Etienne Soulanges-Bodin) в результате неконтролируемого опыления магнолии оголенной (*M. denudata*) и магнолии лилиецветной (*M. liliiflora*). Вскоре этот высокдекоративный гибрид вошёл в основной ассортимент декоративных растений многих стран и на его основе были получены многочисленные садовые формы с использованием в процессе гибридизации обоих родительских видов (Коршук, Палагеча, 2007).

Непосредственно сами родительские виды *M. × soulangeana* – магнолия оголенная и магнолия лилиецветная в естественных условиях произрастают в Юго-Восточной Азии (провинции Китая: Аньхой, Гуандун, Гуйчжоу, Сычуань, Фуцзянь, Хубэй, Хунань, Цзянси, Чжэцзян, Чунцин, Юньнань) в высотных диапазонах 1000-1600 м н.у.м (Карпун, Романов, Хварцкия, 2016). Например, в

«моховых» лесах провинции Юньнань магнолии произрастают в растительных сообществах представителей родов *Quercus*, *Castanopsis*, *Lithocarpus*, *Litsea*, *Carpinus*, *Acer*, *Rhododendron*, *Symplocos*, *Mahonia*, *Gaultheria*, *Daphne*, *Viburnum*, *Clematis*, *Calamus*, *Arundinaria*, *Phyllostachys*, *Sinobambusa*. Сильно развит моховой и травяной напочвенный покров из *Begonia*, *Selaginella*, *Peracarpa*, на деревьях и камнях обилие папоротников и орхидей (Физическая география..., 1964).

Магнолия Суланжа 'Александрина' (*M. × soulangeana* 'Alexandrina') – отличается от *M. × soulangeana* узкобокаловидными цветками, диаметром до 15 см, снаружи розоватыми, с выделяющимися розово-пурпурными жилками, в верхней части лепестков окраска постепенно переходит в белую. Данная садовая форма выделена в 1825 г. в Cels of Montrouge (Франция, Париж). В НБС интродуцирована в 1840 г. *M. × soulangeana* и *M. × soulangeana* 'Alexandrina' были высажены в 1833 г. на территории имения директора НБС Николая Андреевича Гартвиса (в настоящее время Международный детский центр «Артек»). Позднее, в 1840-1850 гг., НБС размножал их из «гартвисовских» семян и распространял саженцы по ЮБК и на Черноморское побережье Кавказа.

Комплексные исследования проводились с 2017 по 2021 гг. на территории четырех парков Арборетума ФГБУН «НБС-ННЦ» (г. Ялта) в орошаемых условиях.

Фенологические наблюдения проводились по методике И.В. Голубевой, Р.В. Галушко, А.М. Кормилицына (1977). Фиксировались даты наступления и продолжительность каждой фенологической фазы: набухание почек, разворачивание листьев, бутонизация, цветение, созревание плодов, листопад. Перевод календарных дат в непрерывный ряд производился по методике Г.Н. Зайцева (1981). Биометрические наблюдения по методике В.В. Смирнова, А.А. Молчанова (1967).

Все фазы роста и развития растений рассматривали в связи с температурными показателями по данным агрометеорологической станции «Никитский сад» Крымского УГМС за 2018-2020 гг., полученным из

опубликованных агрометеорологических бюллетеней (форма ТСХ-8). Координаты метеостанции: с.ш. 44°30'45.73", в.д. 34°14'25.00", высота н.у.м. 208 м. Аналогичная информация по другим регионам интродукции и природным ареалам магнолий взята на метеорологическом сайте gr5. При расчете сумм эффективных температур воздуха ($\sum t^{\circ}\text{эф}$) использовались показатели среднесуточной температуры выше +5°C и +10°C.

Сбор потенциальных насекомых-опылителей проводили вручную и с использованием сачка в утренние, дневные и вечерние часы в период массового цветения магнолий. Число модельных цветков в зависимости от вида составляло от 3 до 30. Наблюдения проводили в течение 7–15 дней. Для идентификации использовался определитель насекомых Юга России (Определитель насекомых..., 2016).

Интенсивность цветения и плодоношения определяли по методике В.Г. Каппера (1930) в модификации Н.Е. Булыгина (1979). Семенную продуктивность (потенциальную и фактическую) и коэффициент семенной продуктивности определяли по методикам Т.А. Работнова (1960) и И.В. Вайнагий (1974). Подсчёт потенциальной семенной продуктивности проводился по количеству листовок, фактическая семенная продуктивность подсчитывалась по количеству завязавшихся семян при свободном опылении. В каждой листовке магнолии находится по два семязачатка, поэтому расчет семенной продуктивности производился с учетом потенциальной двусемянности. Изучение семян проводили согласно «Методическим указаниям по семеноведению интродуцентов» (1980). Естественное возобновление определяли визуально по наличию самосева исследуемых растений.

Для определения аллелопатического влияния саркотесты семян магнолий был использован метод биологических проб (Гродзинский, 1965). Саркотеста была измельчена, приготовлена водная вытяжка (1:10), которой пропитывали фильтровальную бумагу в чашках Петри. Биотестом служили семена кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) по 100 шт. в каждой чашке в трех повторностях. Контролем был посев кресс-салата на фильтровальную бумагу, смоченную

дистиллированной водой. В вариантах опыта с *M. kobus*, *M. × soulangeana*, *M. stellata* и *M. tripetala* использовалась водная вытяжка свежей саркотесты. *M. grandiflora* выбрана в качестве модельного вида, как наиболее распространенного в культурфитоценозах Южного Крыма. Для *M. grandiflora* апробировано два варианта опыта – водная вытяжка свежей и разлагающейся саркотесты. Ингибирующее действие саркотесты определяли по количеству проросших семян кресс-салата.

Морфометрические параметры семян и многолисточков (длина, ширина, масса), а также масса 1000 семян (с саркотестой и без саркотесты) определяли по ГОСТ 13056.4-67. Образцы взвешивались на электронных лабораторных весах ВК-300. Микрография поверхности семян проводилась методом сканирующей микроскопии на сканирующем атомно-силовом микроскопе NT-MDT Nanoeducator II.

При полевых и лабораторных исследованиях использованы общепринятые стандартные в российском почвоведении и агрохимии методы. Объемная масса определялась по Н.А. Качинскому (1958), гумус определялся по методу И.В. Тюрина (вариант ЦИНАО) (1987), CaCO_3 – газоволуметрическим методом, pH водной суспензии – потенциометрически. По содержанию скелета (% от объема почвы) в слое 0-50 см почвы на видовом уровне классифицировались как слабо- (до 10% скелета), средне- (10-25%), сильно- (25-50%) и очень сильноскелетные (>50%). По глубине залегания плотных подстилающих пород почвы подразделяются на виды: слаборазвитые – плотные породы в пределах 0-40 см, маломощные – 40-80 см, среднемощные – 80-120 см, мощные – >120 см (Опанасенко, 2008). Статистическую обработку результатов исследования проводили по методике Б.А. Доспехова (1972).

Для анализа деструктивных изменений тканей древесины использовали метод пространственной импульсной томографии. Комплекс пространственной импульсной томографии Arbotom® ABT05-S включает систему датчиков импульсной локализации, блока питания и ноутбука с программным обеспечением Arbotom® v2. Arbotom® применяется для анализа структуры тканей древесины

деревьев. Принцип его работы основан на измерении времени прохождения звуковых импульсов. Скорость прохождения звуковых импульсов коррелирует с плотностью исследуемых тел, что позволяет анализировать физические свойства и локализацию тех или иных изменений структуры материала изучаемого объекта. В последние годы активно расширяются исследования, связанные с использованием данного оборудования для выявления и определения параметров скрытых гнилей древесины. В качестве излучателей и приемников используются многофункциональные сенсоры, закрепляемые с внешней стороны ствола. Автоматическая компьютерная обработка результатов измерений позволяет определять относительный показатель распределения различных по степени повреждения частей древесины ствола (Arbotom Manual, 2012). В результате последовательного воздействия на сенсоры получается цветная томограмма, на которой участки с неразрушенной древесиной маркируются зеленым цветом, с деструкцией, находящейся на ранней стадии развития – желтым, с сильно развитой деструкцией – красным, пустоты – сиреневым.

Оценка успешности интродукции магнолий определялась с помощью модифицированной числовой интегральной оценки в 100-бальной шкале по семи показателям. Для магнолий на ЮБК на замену «зимостойкости» был применен показатель «состояние древесины». За основу была принята методика П.И. Лапина, С.В. Сидневой (1973), по которой выделяются группы перспективности: I (91-100 баллов) – высоко перспективные, II (76-90 баллов) – перспективные, III (61-75 баллов) – менее перспективные, IV (41-60 баллов) – малоперспективные, V (21-40 баллов) – неперспективные, VI (5-20 баллов) – абсолютно непригодные. В качестве критериев использовались следующие показатели: жарозасухоустойчивость (20 баллов – виды с высокой степенью устойчивости, 15 – средняя степень устойчивости, 10 – низкая степень устойчивости, 5 – не устойчивые виды); зимостойкость (20 баллов – высокая зимостойкость, 15 – средняя, 10 – низкая, 5 – незимостойкие виды); генеративная способность (20 баллов – виды, образующие семена высокого качества, 15 – семена среднего качества, 10 – семена низкого качества, 5 – семена не всхожие

или не формируются); скорость роста (15 баллов – быстрорастущие, 10 – рост умеренный, 5 – медленнорастущие); долговечность (15 баллов – долговечные, 10 – менее долговечные, 5 – недолговечные); габитус (5 баллов – форма кроны сохраняется, 3 – восстанавливается, 1 – не восстанавливается); повреждения вредителями и болезнями (5 баллов – устойчивые, 3 – менее устойчивые, 1 – неустойчивые); состояние древесины (20 баллов – древесина не подвержена стволовым гнилям, 15 – высокоустойчивая, повреждается незначительно, 10 – средняя устойчивость, 5 – низкая устойчивость).

Названия растений представлены в соответствии с базами данных The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>) и International Plant Names Index (<http://www.ipni.org/>). Высоту изучаемых деревьев определяли с помощью лазерного дальномера Criterion RD 1000, диаметр ствола – электронной мерной вилкой Haglöf MD II, координаты – портативным GPS-навигатором Garmin Oregon 650. Фотографии получены с помощью камеры Tourcam istos5100кра и программы Tour View 3.7. на микроскопе Nikon SMZ745T, а также цифровой камеры Nikon Coolpix L 810.

Статистическая и графическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью пакета программы «Microsoft Excel 2010», которая включает стандартные методы обработки рядов наблюдений на основе математической статистики и анализа данных. Рисунки редактировались с помощью программ «SketchUp LayOut 2017», «MS Paint 2010» и «MS Visio 2010».

РАЗДЕЛ 4 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАГНОЛИЙ НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

4.1 Анализ видового и формового разнообразия рода *Magnolia* L. в Крыму

В результате маршрутного обследования культурфитоценозов Крыма выявлено 6 видов, 2 разновидности, 21 садовая форма магнолий (Таблица 2, Рисунок 6). Род *Magnolia* L. в культурфитоценозах ЮБК в основном представлен *M. grandiflora*, в Предгорном Крыму – садовыми формами *M. × soulangeana*, *M. liliiflora* и садовыми формами гибридного происхождения (Приложение В).

Таблица 2 – Представители рода *Magnolia* L., культивируемые в Крыму
(по состоянию на 2020 г)

№ п/ п	Название	Жизне нная форма	Местонахождение	Встреча емость
1	2	3	4	5
1	<i>M. grandiflora</i>	Взд	Арборетум НБС, парки ЮБК, г. Севастополь	+++
2	<i>M. grandiflora</i> 'Exmouth'	Взд	Арборетум НБС	+
3	<i>M. grandiflora</i> 'Ferruginea'	Взд	Арборетум НБС	+
4	<i>M. grandiflora</i> 'Gallisoniensis'	Взд	Парк «Айвазовское» (пгт. Партенит), парк «Форосский»	+
5	<i>M. grandiflora</i> 'Hartwissiana'	Взд	Арборетум НБС, Набережная Ялты	+
6	<i>M. grandiflora</i> 'Little Gem'	Взд	Арборетум НБС	+
7	<i>M. grandiflora</i> 'Rotundifolia'	Взд	Арборетум НБС	+
8	<i>M. kobus</i>	Лпд	Арборетум НБС, парк «Айвазовское» с. Перевальное	++

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
9	<i>M. kobus</i> var. <i>borealis</i>	Лпд	Арборетум НБС, БС им. Н.В. Багрова (г. Симферополь)	+
10	<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>	Лпд	Арборетум НБС, БС им. Н.В. Багрова, с. Перевальное	++
11	<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i> 'Merrill'	Лпд	Арборетум НБС	+
12	<i>M. liliiflora</i>	Лпк	г. Ялта, с. Перевальное парк «Айвазовское», БС им. Н.В. Багрова	++
13	<i>M. liliiflora</i> 'Nigra'	Лпк	Арборетум НБС	+
14	<i>M. liliiflora</i> 'Purpurea'	Лпк	Парк «Айвазовское»	+
15	<i>M. liliiflora</i> 'Susan'	Лпк	БС им. Н.В. Багрова, с. Перевальное	+
16	<i>M. stellata</i>	Лпк	г. Ялта, БС им. Н.В. Багрова	+
17	<i>M. stellata</i> 'Rosea'	Лпк	БС им. Н.В. Багрова	+
18	<i>M. tripetala</i>	Лпд	с. Перевальное	+
19	<i>M.</i> × 'Betty' (<i>M. liliiflora</i> 'Nigra' × <i>M. stellata</i> 'Rosea')	Лпк	с. Перевальное	+
20	<i>M.</i> × 'Galaxy' (<i>M. liliiflora</i> 'Nigra' × <i>M. sprengeri</i> var. <i>diva</i> 'Pyramidal')	Лпк	с. Перевальное	+
21	<i>M.</i> × 'Elisabeth' (<i>M. acuminata</i> × <i>M. denudata</i>)	Лпд	с. Перевальное	+
22	<i>M.</i> × 'Judy' (<i>M. stellata</i> × <i>M. liliiflora</i> 'Nigra')	Лпк	с. Перевальное	+
23	<i>M.</i> × 'Orchid' (<i>M. liliiflora</i> × <i>M. stellata</i>)	Лпк	с. Перевальное	+
24	<i>M.</i> × 'Ricki' (<i>M. stellata</i> × <i>M. liliiflora</i> 'Nigra')	Лпк	с. Перевальное	+
25	<i>M.</i> × 'Yellow Lantern' (<i>M. acuminata</i> ssp. <i>subcordata</i> × <i>M. soulangeana</i> 'Big Pink')	Лпд	с. Перевальное, г. Ялта	+

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
26	<i>M. × soulangeana</i>	Лпд	Арборетум НБС, парк «Алупкинский», БС им. Н.В. Багрова, с. Перевальное	++
27	<i>M. × soulangeana</i> 'Alexandrina'	Лпд	Арборетум НБС, БС им. Н.В. Багрова, с. Перевальное	+
28	<i>M. × soulangeana</i> 'Lennei'	Лпд	БС им. Н.В. Багрова, г. Ялта, с. Перевальное	+
29	<i>M. × soulangeana</i> 'Lennei Alba'	Лпд	с. Перевальное	+

Примечания: «жизненная форма» (Взд – вечнозеленое дерево, Лпд – листопадное дерево, Лпк – листопадный кустарник), «встречаемость» (+++ – распространены массово, ++ – распространены ограничено, + – распространены единично).

По возрастной структуре к наиболее старовозрастным деревьям были отнесены многочисленные экземпляры *M. grandiflora* и единичные – *M. × soulangeana*, произрастающие в парках-памятниках ЮБК, созданных в XIX в. Наибольшее количество старовозрастных деревьев *M. grandiflora* произрастает в ландшафтном парке XIX в. «Алупкинский», в котором насчитывается 44 генеративных экземпляра. Габитуальные параметры и визуальная оценка жизненного состояния наиболее старовозрастных деревьев магнолий на ЮБК приведены в таблице 3.

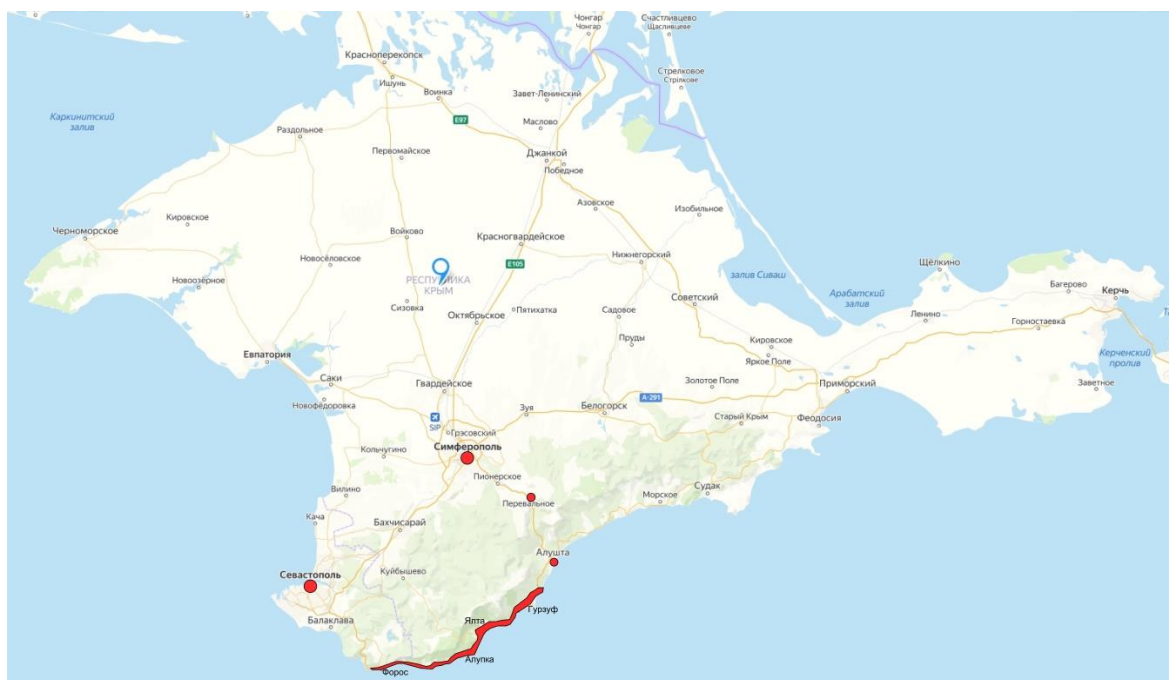


Рисунок 6 – Культурный ареал магнолий в Крыму

Таблица 3 – Габитуальные параметры и визуальная оценка жизненного состояния наиболее старовозрастных магнолий в зеленых насаждениях ЮБК

№ дерева	Местонахождение	Возраст, лет (2020 г.)	Высота дерева, м	Диаметр ствола, см	Визуальная оценка, балл
1	2	3	4	5	6
<i>M. grandiflora</i>					
1	Арборетум НБС (куртина № 128)	171	18,5	52	4
2	Арборетум НБС (куртина № 128)	171	16,7	35	3
3	Арборетум НБС (куртина № 128)	171	17,2	36-31	3
4	Арборетум НБС (куртина № 128)	171	21,8	46	4
5	Арборетум НБС (куртина № 98)	169	13,4	43-33-10	4
6	Арборетум НБС (куртина № 98)	169	17,3	63	3
7	Арборетум НБС (куртина № 98)	169	16,5	55	3
8	Арборетум НБС (куртина № 57)	130	12,8	49	4

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
9	Арборетум НБС (куртина № 57)	130	15,3	38	3
10	Арборетум НБС (куртина № 57)	130	15,6	52	4
11	Парк «Алупкинский»	187	12,0	123	2
12	Парк «Алупкинский»	~ 180	19,3	49-46	4
13	Парк «Алупкинский»	~ 180	16,5	70	5
14	Парк «Алупкинский»	~ 180	17,0	64	4
15	Парк «Алупкинский»	~ 180	23,2	128	4
<i>M. grandiflora</i> 'Hartwissiana'					
16	Арборетум НБС (куртина № 153)	108	18,0	28-5-82	5
<i>M. grandiflora</i> 'Rotundifolia'					
17	Арборетум НБС (куртина № 128)	171	17,7	42	4
<i>M. kobus</i> var. <i>borealis</i>					
18	Арборетум НБС (куртина № 53)	58	9,7	32-25-15	5
<i>M. × soulangeana</i>					
19	Арборетум НБС (куртина № 138)	91	4,0	6-3-2-5	3
20	Парк «Алупкинский»	187	6,0	15-20-17- 12-10-21	4
<i>M. × soulangeana</i> 'Alexandrina'					
21	Арборетум НБС (куртина № 138)	91	3,5	6-3	4

В озеленении общественных пространств ЮБК из представителей рода *Magnolia* L. также преобладает *M. grandiflora*. Наиболее насыщенными разновозрастными экземплярами *M. grandiflora* являются общественные пространства г. Ялта. В результате проведенной инвентаризации в 2020 г. было установлено, что в зеленых насаждениях общего пользования г. Ялта насчитывается 301 генеративный экземпляр *M. grandiflora*, из них возрастом более 100 лет – 130 экз. (Рисунок 7). Большинство деревьев *M. grandiflora* с наивысшей визуальной оценкой жизненного состояния произрастает вблизи устья рек Дерекой и Учан-Су, на бывших пойменных участках. Следует отметить, что

M. grandiflora характеризуется значительной внутривидовой изменчивостью по форме и размеру листовой пластинки и цветка, что было подтверждено в процессе проведения инвентаризации. Впервые в НБС Николаем Андреевичем Гартвисом начата селекционная работа с магнолиями, в результате которой были отобраны сеянцы с сильно волнистым краем листовой пластинки. Данная садовая форма позднее, в 1879 г., была названа в честь Н.А. Гартвиса – *M. grandiflora* 'Hartwissiana'. В настоящее время на ЮБК произрастает два экземпляра этой садовой формы. Листопадные магнолии представлены следующим образом: *M. kobus* – 1 экземпляр, *M. liliiflora* (включая садовые формы) – 7 экз., *M. × soulangeana* – 6 экз., *M. × soulangeana* 'Lennei' – 2 экз., *M. × 'Yellow Lantern'* – 1 экз. (Рисунок 8).

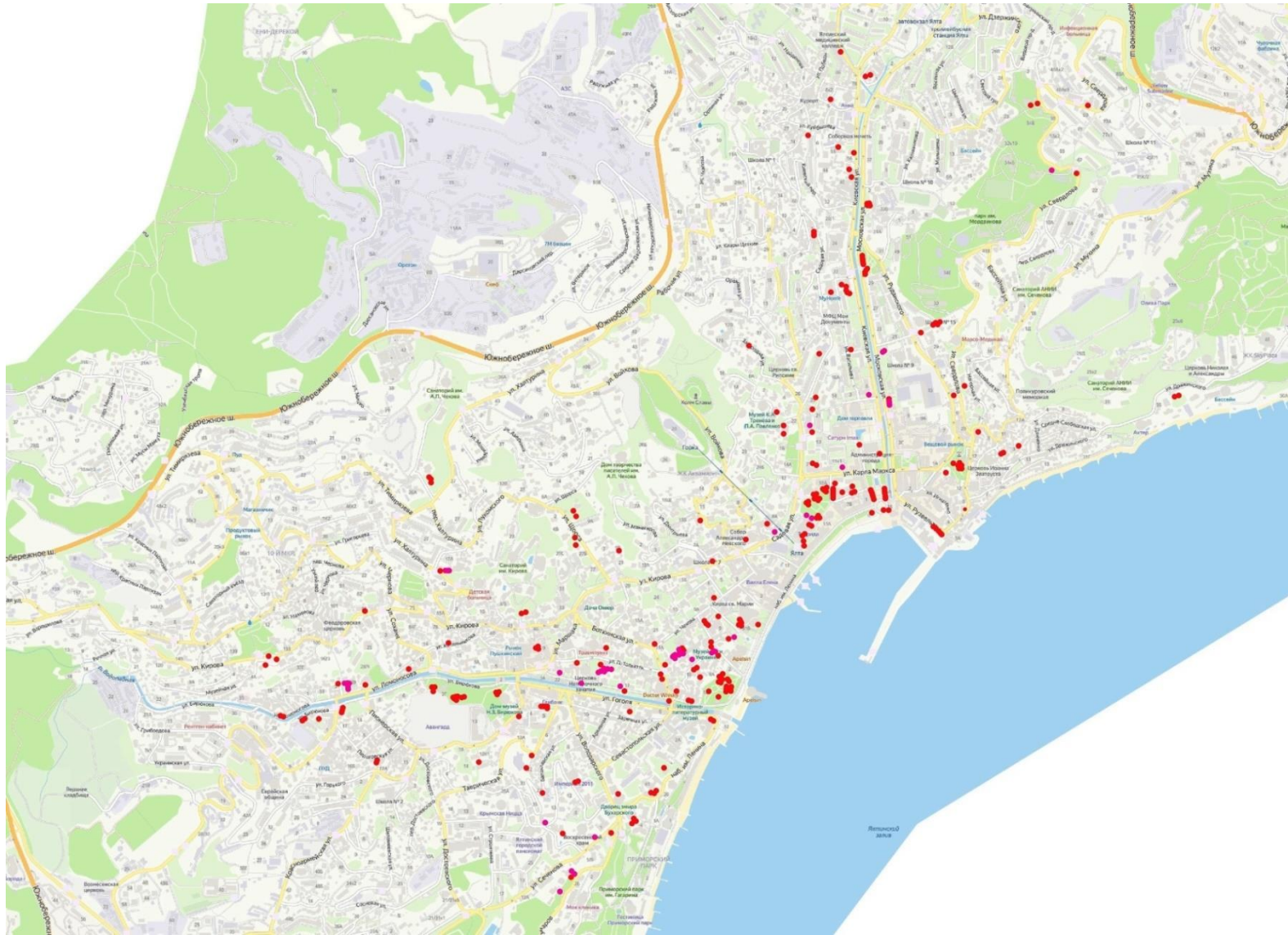


Рисунок 7 – Местонахождения генеративных экземпляров *Magnolia grandiflora* в Ялте
(обозначены красными точками)

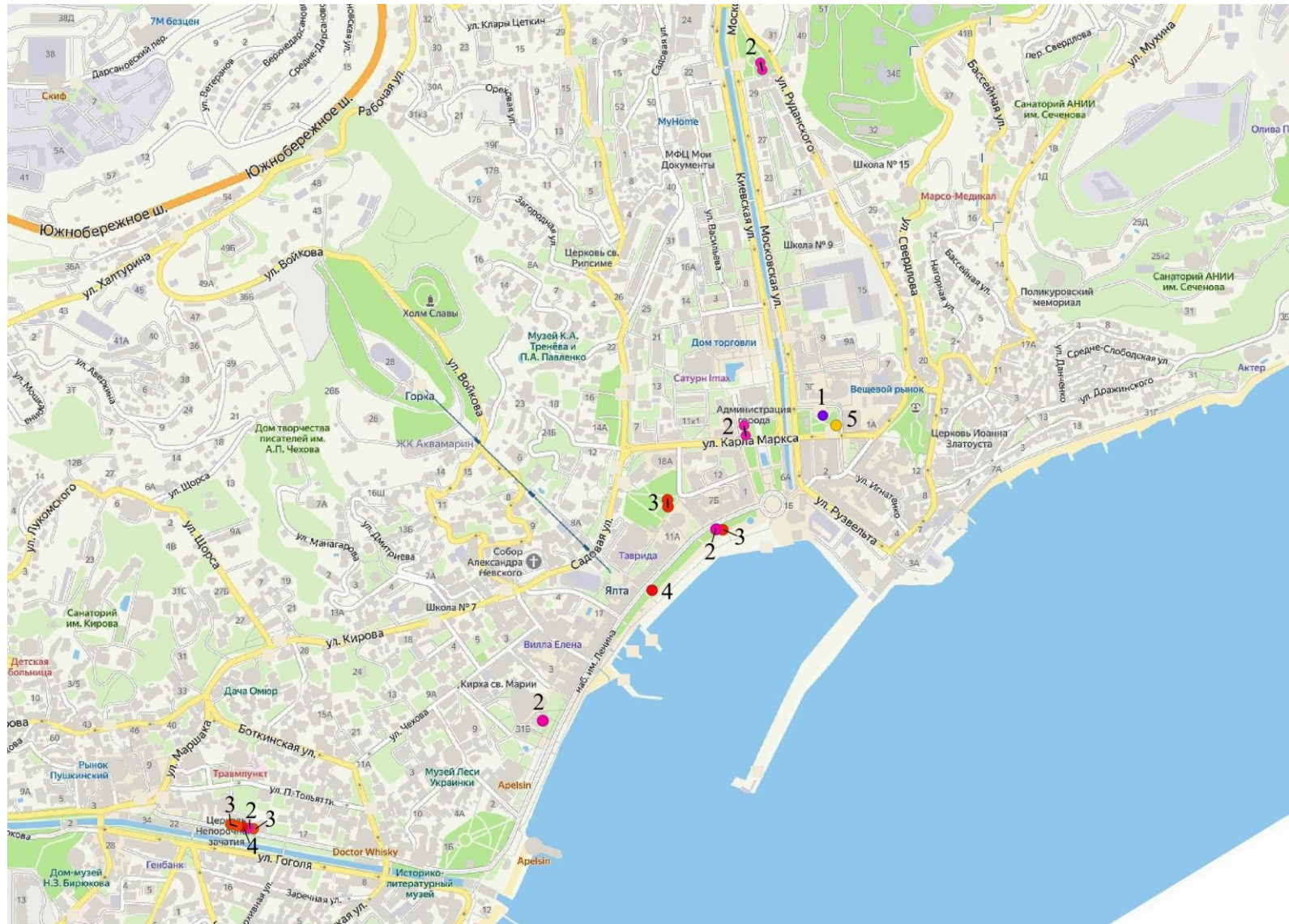


Рисунок 8 – Местонахождения генеративных экземпляров листопадных магнолий в Ялте: 1 – *Magnolia kobus*, 2 – *Magnolia liliiflora*, 3 – *Magnolia* × *soulangeana*, 4 – *Magnolia* × *soulangeana* 'Lennei', 5 – *Magnolia* × 'Yellow Lantern'

4.2 Ритмы роста и развития магнолий в Арборетуме Никитского ботанического сада

Магнолии относятся к растениям, которые активно реагируют на погодные особенности каждого года, в первую очередь на термический фактор, существенно изменяя ритм развития. Наступление той или иной фазы в условиях интродукции определяет сумма активных или эффективных температур воздуха (Минченко, Коршук, 1987). Влияние количества осадков на ритмы роста и развития магнолий нами не рассматривалось по причине их произрастания в орошаемых условиях Арборетума НБС.

В период проведения исследований наибольшее количество осадков было зафиксировано в декабре 2018 г. (129,1 мм), наименьшее – в апреле 2018 г. и мае 2019 г. (0,1 и 0,9 мм, соответственно). Наибольшее годовое количество осадков пришлось на 2018 г. и составило 692,9 мм при среднем многолетнем значении 595 мм. Следует отметить, что аномально засушливым являлся 2020 г., при сумме осадков 360,8 мм, что на 234 мм меньше средних многолетних значений (61%). В 2018 г. выпало 692,9 мм осадков (116% нормы), в 2019 г. – 488,6 мм (82% нормы). Особенно дефицитом осадков характеризовался период начала вегетации исследуемых объектов. За март 2020 г. выпало 3,0 мм осадков или 6% от средних многолетних значений, что является также рекордным минимумом за этот месяц за все время метеонаблюдений в НБС. В апреле 2020 г. выпало всего 8,1 мм осадков (21% нормы). Осадки 2020 г. в период май-ноябрь имели преимущественно ливневый характер и не значительно повышали запасы продуктивной влаги в почве. В октябре 2020 г. был также побит рекорд средней температуры воздуха, которая составила 18,2°C. До этого наиболее теплый октябрь наблюдался в 2012 г. со средней температурой воздуха 17,5°C. Сумма активных температур воздуха выше +10°C за 2020 г. составила 4526 °C, что больше средних многолетних значений на 693°C и 2019 г. – на 79°C. Абсолютные минимальные и абсолютные максимальные температуры воздуха имели следующие значения: –7,1°C (февраль 2020 г.) и +36,8°C (август 2019 г.). Средняя

влажность воздуха варьировала от 45% (август) до 82% (декабрь). Основные метеорологические параметры агрометеостанции «Никитский сад» за 2018-2020 гг. представлены на рисунках 9-11 и в таблице 4.

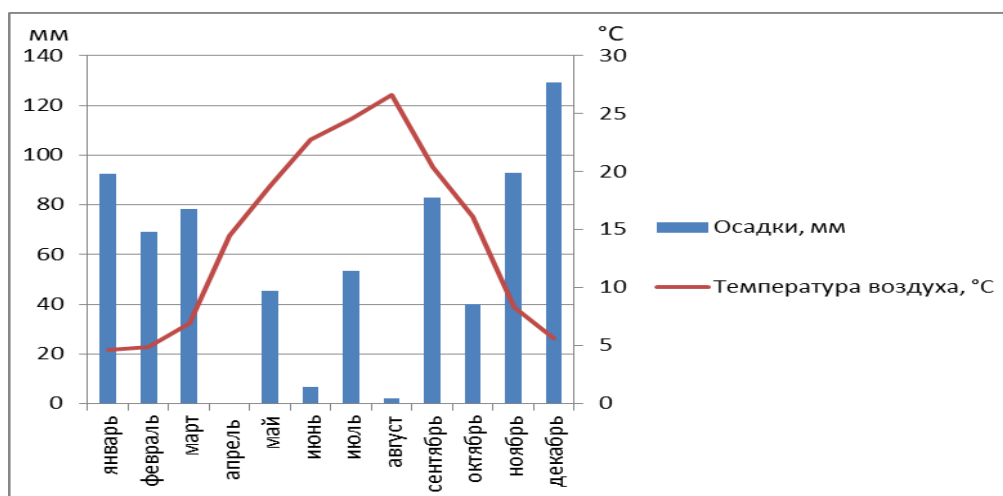


Рисунок 9 – Средняя температура воздуха и количество осадков в НБС в 2018 г.

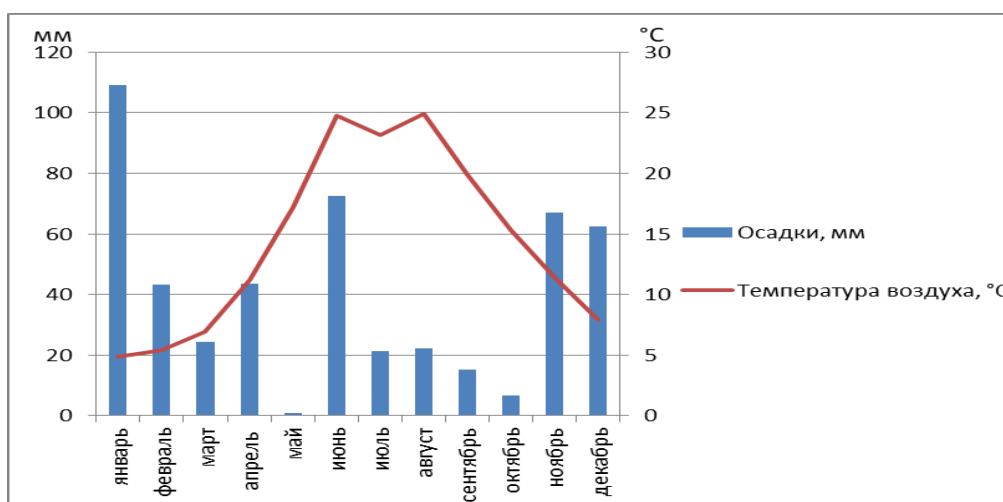


Рисунок 10 – Средняя температура воздуха и количество осадков в НБС в 2019 г.

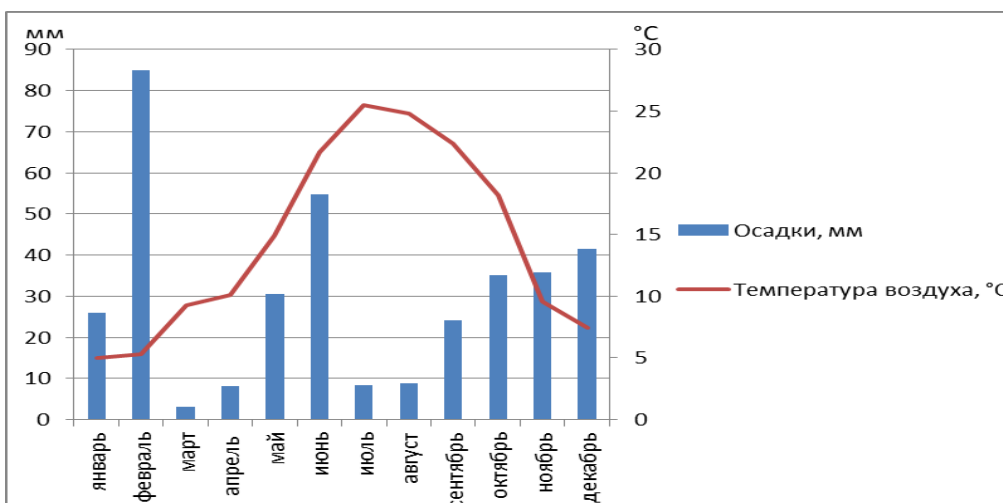


Рисунок 11 – Средняя температура воздуха и количество осадков в НБС в 2020 г.

Таблица 4 – Погодные условия района исследования
(Агрометеостанция «Никитский сад»; усредненные данные за 2018–2020 гг.)

Климатические показатели	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Средняя температура воздуха, °С	4,8	5,2	7,7	11,9	16,9	23,1	24,4	25,4	20,9	16,5	9,7	6,9
Среднегодовая температура воздуха, °С	3,1	3,3	5,3	10,5	15,4	19,9	22,8	22,6	18,4	13,0	8,9	5,5
Минимальная температура воздуха, °С	–2,1	–3,7	–2,1	3,3	8,6	13,0	16,8	18,1	10,6	6,8	0,0	–0,5
Максимальная температура воздуха, °С	12,8	15,0	19,7	20,9	28,4	32,1	34,0	35,7	31,0	25,1	20,5	14,3
Влажность воздуха, %	73	73	68	56	67	59	59	50	62	68	75	78
Сумма осадков, мм	75,8	65,8	35,2	17,3	25,6	44,7	27,7	11,1	40,8	27,2	65,2	77,7
Среднегодовая сумма осадков, мм	73,0	64,0	50,0	38,0	33,0	42,0	31,0	31,0	51,0	37,0	62,0	83,0

Гидротермический коэффициент увлажнения по Г.Т. Селянинову (ГТК) за активный вегетационный период (апрель-ноябрь) составил в 2018 г. – 0,544, 2019 г. – 0,542, 2020 г. – 0,431. Полученные данные характеризуют район Арборетума НБС как очень засушливый.

За трехлетний период наблюдений установлено, что *M. grandiflora* проходит полный цикл развития в культурфитоценозах Арборетума НБС. *M. kobus*, включая разновидности и садовые формы, и *M. × soulangeana* с садовыми формами формируют полноценные плоды и семена не ежегодно. Согласно классификации В.Н. Голубева (1996) по началу вегетации объекты исследования относятся к ранне- и средневесенней (март-апрель) и поздневесенней (май) феногруппам. По началу цветения выделены ранневесенняя (март), средневесенняя (апрель) и раннелетняя феногруппы (июнь).

Феноспектры сезонного ритма роста и развития видов *Magnolia* L. в условиях Арборетума НБС представлены на рисунке 12.

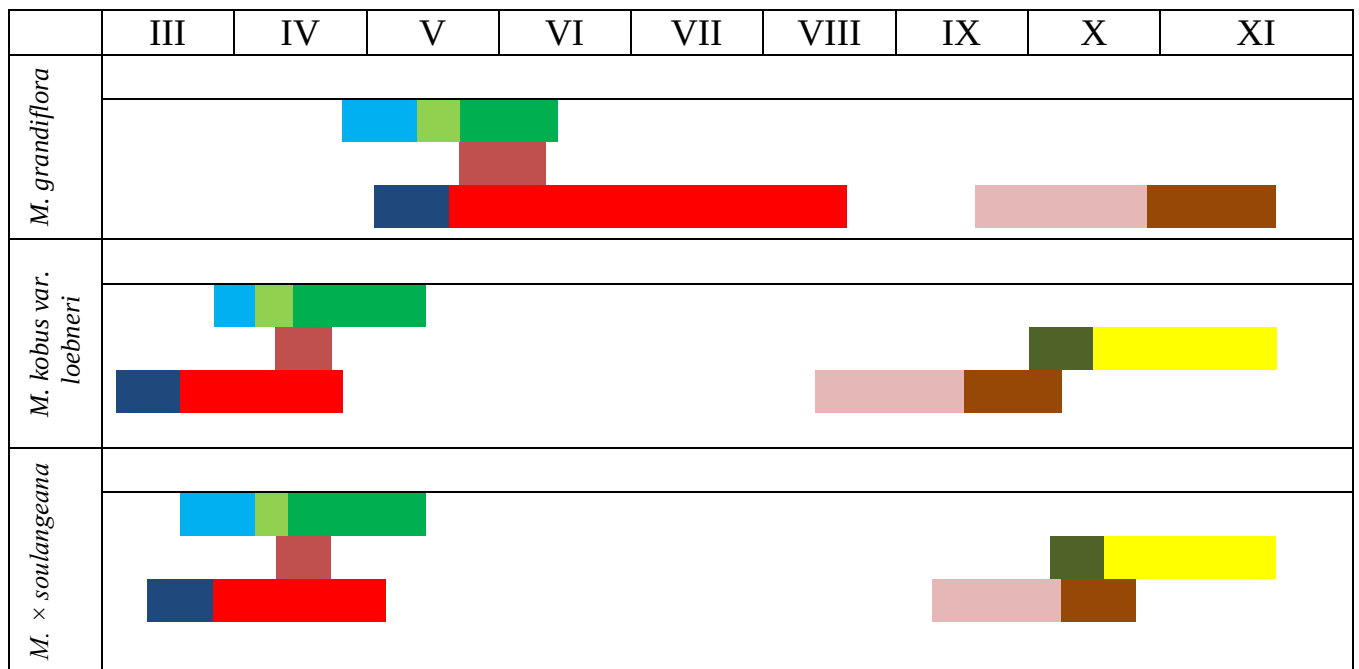
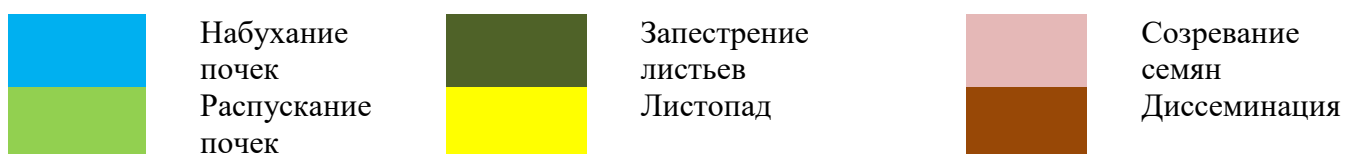
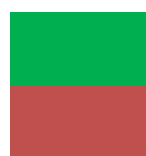


Рисунок 12 – Феноспектры сезонного ритма роста и развития магнолий

Условные обозначения:





Линейный
рост побегов
Распускание
листьев



Бутонизация
Цветение

За 3 года фенологических наблюдений наиболее ранние/поздние сроки набухания и распускания вегетативных почек у *M. grandiflora* приходятся соответственно на II декаду апреля / II декаду мая и I декаду мая / III декаду мая, у *M. kobus* var. *loebneri* – II декаду марта / I декаду апреля и III декаду марта / I декаду апреля, *M. × soulangeana* – I декаду марта / III декаду марта и III декаду марта / I декаду апреля (Таблица 5).

Таблица 5 – Фенологические фазы *Magnolia grandiflora*,
Magnolia kobus var. *loebneri* и *Magnolia × soulangeana* (2018-2020 гг)

Дата начала фенофазы	Набухание почек	Распускание почек	Развертывание листьев	Бутонизация	Цветение			Начало созревания семян	Осыпание семян	Листопад
					начало	массовое	конец			
M. grandiflora										
Min	20.04	08.05	15.05	01.05	14.05	01.06	05.07	21.09	04.11	02.05
Max	14.05	21.05	01.06	10.06	26.06	10.07	27.07	22.10	15.12	28.06
Сред- няя	02.05	14.05	23.05	21.05	04.06	20.06	16.07	06.10	25.11	30.05
M. kobus var. loebneri										
Min	15.03	24.03	30.03	25.02	07.03	22.03	13.04	17.08	07.09	23.09
Max	03.04	10.04	14.04	12.03	02.04	11.04	03.05	28.08	15.09	01.12
Сред- няя	24.03	01.04	06.04	08.03	20.03	01.04	23.04	23.08	11.09	28.10
M. × soulangeana										
Min	04.03	23.03	29.03	01.03	07.03	25.03	26.04	10.09	08.10	20.10
Max	22.03	04.04	12.04	21.03	08.04	20.04	03.05	16.09	13.10	28.11
Сред- няя	13.03	29.03	05.04	11.03	23.03	07.04	29.04	13.09	11.10	09.11

Фазы набухания и распускания вегетативных почек *M. kobus* и *M. × soulangeana* зависят от суммы эффективных температур выше +5°C, у *M. grandiflora* – выше +10°C. У *M. grandiflora* набухание вегетативных почек началось при сумме эффективных температур: 2018 – 227,6°C, 2019 г. – 71,0°C,

2020 г. – 50,9°C, распускание: 2018 – 265,2°C, 2019 г. – 99,3°C, 2020 г. – 132,5°C; *M. kobus* var. *loebneri* 2018 – 139,5°C и 186,2°C, в 2019 г. – 120,2°C и 144,5°C, 2020 г. – 150,8°C и 175,6°C, соответственно; *M. × soulangeana*: 2018 г. – 125,4°C и 161,0 С, соответственно, 2019 г. – 97,4°C и 128,2°C, 2020 г. – 103,3°C и 162,3°C, соответственно. В среднем за 3 года наблюдений у *M. grandiflora* вегетативные почки набухают при сумме эффективных температур $116,5 \pm 96,7^\circ\text{C}$, а распускаются при $165,6 \pm 87,8^\circ\text{C}$, у *M. kobus* var. *loebneri* – $136,8 \pm 15,5^\circ\text{C}$ и $168,8 \pm 21,7^\circ\text{C}$, у *M. × soulangeana* – $108,7 \pm 14,8^\circ\text{C}$ и $150,5 \pm 19,3^\circ\text{C}$ (Таблица 6).

Таблица 6 – Сумма эффективных температур (выше +5°C – *Magnolia kobus* var. *loebneri* и *Magnolia × soulangeana*; выше +10°C – *Magnolia grandiflora*) в период набухания и распускания вегетативных почек в Арборетуме НБС

Вид	Год	Дата прохождения фенофаз (средняя):		Сумма эффективных температур выше +5°C (+10°C)	
		набухание почек	распускание почек	набухание почек	распускание почек
<i>M. grandiflora</i>	2018	09.05	16.05	227,6	265,2
	2019	04.05	11.05	71,0	99,3
	2020	26.04	16.05	50,9	132,5
Среднее за 3 года		03.05 ± 3	14.05 ± 2	$116,5 \pm 96,7$	$165,6 \pm 87,8$
<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>	2018	30.03	07.04	139,5	186,2
	2019	26.03	04.04	120,2	144,5
	2020	19.03	27.03	150,8	175,6
Среднее за 3 года		25.03 ± 4	02.04 ± 3	$136,8 \pm 15,5$	$168,8 \pm 21,7$
<i>M. × soulangeana</i>	2018	22.03	04.04	125,4	161,0
	2019	16.03	31.03	97,4	128,2
	2020	08.03	25.03	103,3	162,3
Среднее за 3 года		15.03 ± 3	30.03 ± 4	$108,7 \pm 14,8$	$150,5 \pm 19,3$

Практически одновременно с распусканием вегетативных почек начинается рост побегов, который продолжался у *M. grandiflora* в 2018 г. – 22 дня при среднем приросте 33,3 мм, в 2019 г. – 26 дней при среднем приросте 38,2 мм, в 2020 г. – 25 дней при среднем приросте 27,4 мм. Суточный прирост побегов

составил в 2018 г. – 1,51 мм, в 2019 г. – 1,47 мм, в 2020 г. – 1,09 мм. Рост побегов *M. kobus* var. *loebneri* в 2018 г. – 33 дня при среднем приросте 35,8 мм, в 2019 г. – 42 дня при среднем приросте 33,4 мм, в 2020 г. – 26 дней при среднем приросте 17,0 мм. Суточный прирост побегов составил в 2018 г. – 1,08 мм, в 2019 г. – 0,8 мм, в 2020 г. – 0,65 мм. Рост побегов *M. × soulangeana* в 2018 г. – 32 дня при среднем приросте 23,4 мм, в 2019 г. – 44 дня при среднем приросте 14,2 мм, в 2020 г. – 41 день при среднем приросте 29,4 мм. Суточный прирост побегов составил в 2018 г. – 0,73 мм, в 2019 г. – 0,32 мм, в 2020 г. – 0,72 мм. Средние показатели продолжительности роста побегов и их прироста за 3 года наблюдений составили у *M. grandiflora* 24±3 дня и 33,0 мм (min – 0 мм, max – 74 мм), *M. kobus* var. *loebneri* – 33±6 дней и 28,7 мм (min – 5 мм, max – 220 мм), *M. × soulangeana* – 39±8 дней и 22,3 мм (min – 5 мм, max – 95 мм). Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что *M. grandiflora* характеризовалась наиболее непродолжительным периодом роста побегов, при большем среднем приросте. Противоположная тенденция отмечена *M. × soulangeana*, у которой при наибольшей продолжительности периода роста побегов, их средний прирост минимальный.

Динамика роста побегов и среднесуточная температура воздуха отражены на рисунках 13–21.

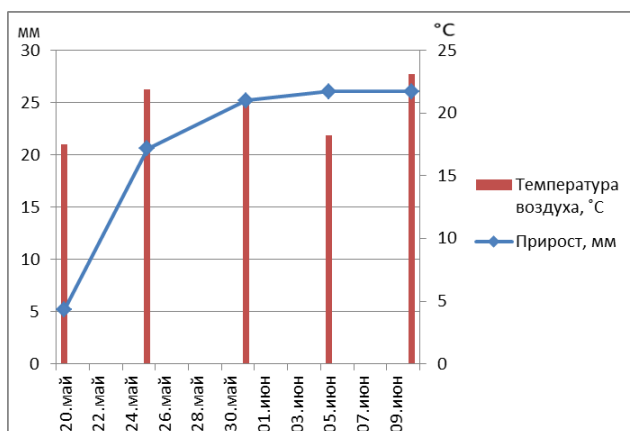


Рисунок 13 – Рост побегов
Magnolia grandiflora в 2018 г.

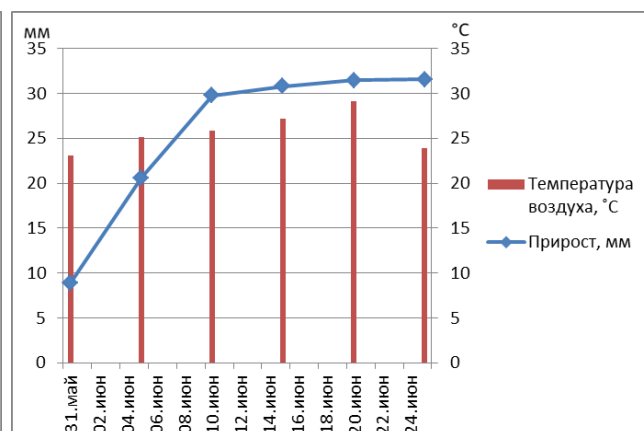


Рисунок 14 – Рост побегов
Magnolia grandiflora в 2019 г.

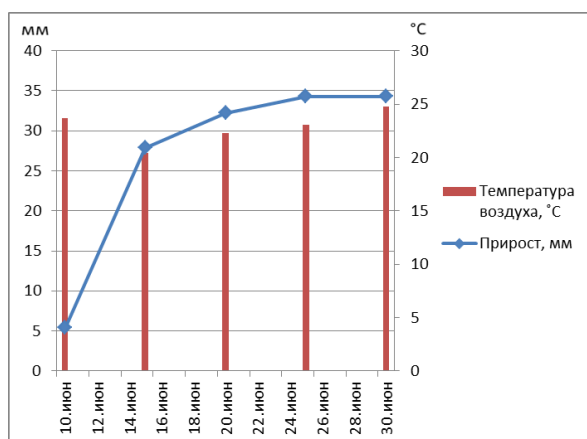


Рисунок 15 – Рост побегов

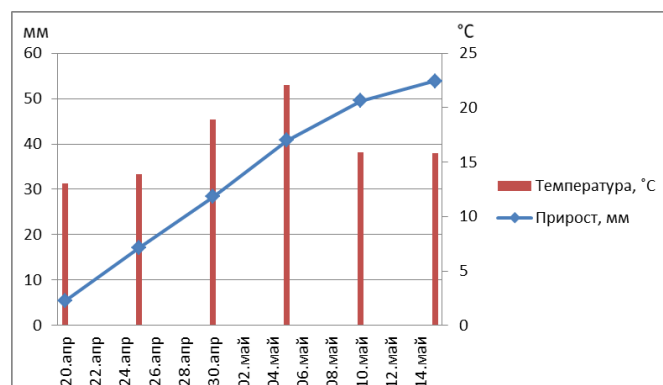
Magnolia grandiflora в 2020 г.

Рисунок 16 – Рост побегов

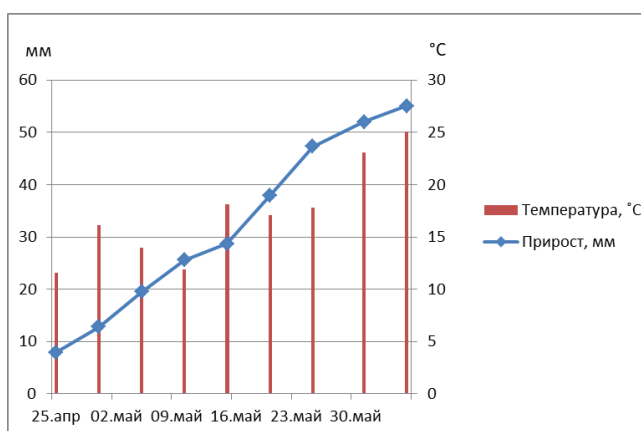
Magnolia kobus var. *loebneri* в 2018 г.

Рисунок 17 – Рост побегов

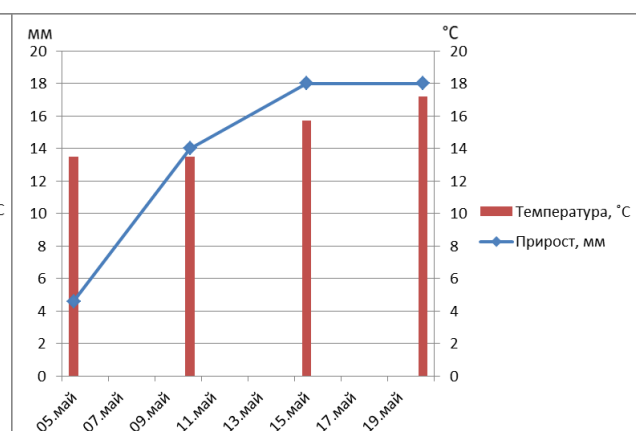
Magnolia kobus var. *loebneri* в 2019 г.

Рисунок 18 – Рост побегов

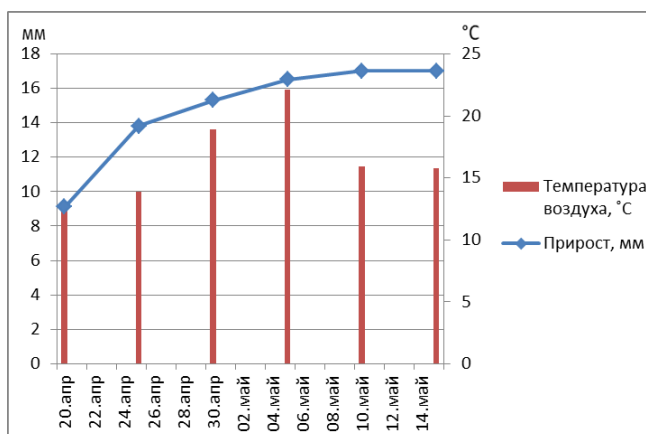
Magnolia kobus var. *loebneri* в 2020 г.

Рисунок 19 – Рост побегов

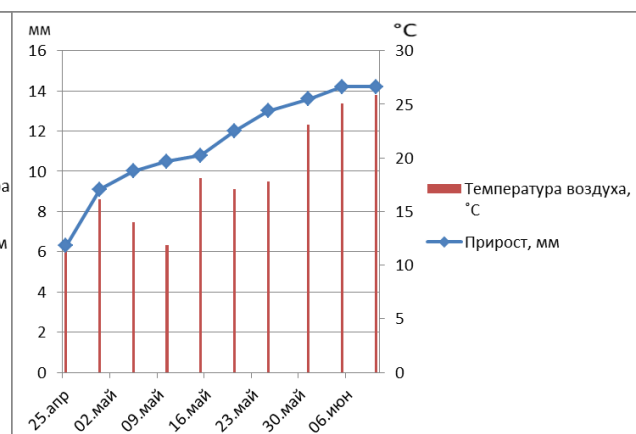
Magnolia × *soulangeana* в 2018 г.

Рисунок 20 – Рост побегов

Magnolia × *soulangeana* в 2019 г.

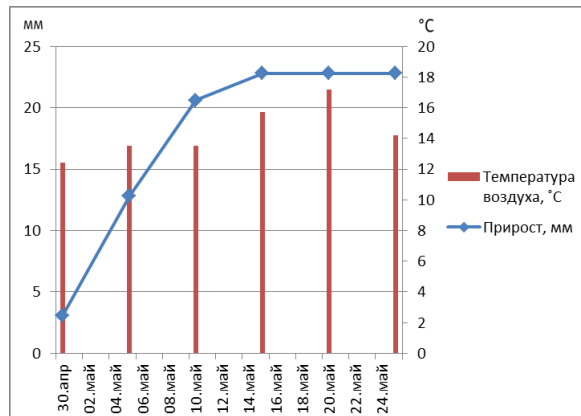


Рисунок 21 – Рост побегов

Magnolia × soulangeana в 2020 г.

В условиях ЮБК у магнолий фаза роста побегов имеет только одну генерацию, тогда как в работах А.В. Келиной (2011) у *M. × soulangeana* 'Brozzoni' на ЧПК приводятся данные о 2-ой (III декада июня – III декада июля) и 3-ей генерациях (I декада августа – I декада сентября). По этой причине средний прирост побегов у *M. × soulangeana* 'Brozzoni' за период вегетации составил $155,8 \pm 49,8$ мм.

Сумма эффективных температур выше $+5^{\circ}\text{C}$, накопленная к началу цветения *M. kobus* var. *loebneri* и *M. × soulangeana* составила: 2018 г. – $128,2^{\circ}\text{C}$ и $146,6^{\circ}\text{C}$, 2019 г. – $105,5^{\circ}\text{C}$ и $140,8^{\circ}\text{C}$, 2020 г. – $132,6^{\circ}\text{C}$ и $162,3^{\circ}\text{C}$, соответственно. Завершение цветения фиксировалось при сумме эффективных температур выше 5°C у *M. kobus* var. *loebneri* и *M. × soulangeana*: 2018 г. – $334,0^{\circ}\text{C}$ и $374,7^{\circ}\text{C}$, 2019 г. – $313,6^{\circ}\text{C}$ и $340,0^{\circ}\text{C}$, 2020 г. – $269,0^{\circ}\text{C}$ и $373,6^{\circ}\text{C}$, соответственно. Сумма эффективных температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ у *M. grandiflora* в начале цветения составила: 2018 г. – $313,6^{\circ}\text{C}$, 2019 г. – $292,4^{\circ}\text{C}$, 2020 г. – $346,4^{\circ}\text{C}$; в конце цветения: 2018 г. – $926,4^{\circ}\text{C}$, 2019 г. – $874,8^{\circ}\text{C}$, 2020 г. – $983,7^{\circ}\text{C}$. В результате трехлетних наблюдений в условиях Арборетума НБС у *M. grandiflora* цветение начинается в третьей декаде мая, у *M. kobus* var. *loebneri* – второй-третьей декаде марта, у *M. × soulangeana* – первой декаде апреля. Сумма эффективных температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ в начале цветения *M. kobus* var. *loebneri* и *M. × soulangeana*, составила $122,1 \pm 14,5^{\circ}\text{C}$ и $149,9 \pm 11,1^{\circ}\text{C}$, соответственно.

Завершалось цветение при сумме эффективных температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ у *M. kobus* var. *loebneri* – $305,5 \pm 33,2^{\circ}\text{C}$, у *M. \times soulangeana* – $362,8 \pm 19,7^{\circ}\text{C}$. Сумма эффективных температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ у *M. grandiflora* в начале цветения составила $317,5 \pm 27,2^{\circ}\text{C}$, в конце цветения – $928,3 \pm 54,5^{\circ}\text{C}$ (Таблица 7).

Таблица 7 – Сумма эффективных температур (выше $+5^{\circ}\text{C}$ – *Magnolia kobus* var. *loebneri* и *Magnolia \times soulangeana*; выше $+10^{\circ}\text{C}$ – *Magnolia grandiflora*) на начало и конец цветения в Арборетуме НБС

Вид	Год	Дата прохождения фенофазы цветения		Продолжительность периода цветения, дни	Сумма эффективных температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ ($+10^{\circ}\text{C}$)	
		начало	конец		на начало цветения	на конец цветения
<i>M. grandiflora</i>	2018	22.05	09.07	48	313,6	926,4
	2019	01.06	12.07	41	292,4	874,8
	2020	14.06	27.07	43	346,4	983,7
Среднее за 3 года		02.06 ± 4	16.07 ± 3	44 ± 3	$317,5 \pm 27,2$	$928,3 \pm 54,5$
<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>	2018	26.03	22.04	27	128,2	334,0
	2019	19.03	30.04	42	105,5	313,6
	2020	11.03	15.04	35	132,6	269,0
Среднее за 3 года		22.03 ± 2	17.04 ± 2	34 ± 5	$122,1 \pm 14,5$	$305,5 \pm 33,2$
<i>M. \times soulangeana</i>	2018	01.04	26.04	25	146,6	374,7
	2019	02.04	03.05	31	140,8	340,0
	2020	25.03	02.05	38	162,3	373,6
Среднее за 3 года		01.04 ± 3	29.04 ± 2	31 ± 4	$149,9 \pm 11,1$	$362,8 \pm 19,7$

Аномальными метеорологическими условиями характеризовался 2020 г. В этом году наиболее раннее распускание вегетативных почек отмечено 23.03 у *M. \times soulangeana* (в 2018 – 01.04; в 2019 – 12.03), наиболее позднее – у *M. grandiflora* 'Little Gem' – 24.05 (в 2019 – 13.05). Наиболее раннее начало цветения отмечено 07.03 у *M. kobus* var. *loebneri* (в 2018 – 25.03; в 2019 – 17.03), при общей продолжительности цветения 43 дня (в 2018 – 27 дней; в 2019 – 42 дня), т.е. при смещении сроков прохождения данной фенофазы, ее

продолжительность также изменилась. В 2020 г. при обильном цветении у листопадных магнолий слабое плодоношение отмечалось только у *M. × soulangeana* 'Alexandrina'. Наиболее позднее начало цветения у *M. grandiflora* 'Little Gem' – 20.06 (в 2019 – 01.07). Продолжительность цветения у *M. grandiflora* в 2020 г. составила 43 дня (в 2018 – 48; в 2019 – 41). У большинства наблюдаемых деревьев *M. grandiflora* отмечено среднее и высокое по интенсивности цветение и плодоношение.

Характер цветения магнолий и его продолжительность в условиях Арборетума НБС приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Продолжительность и характер цветения магнолий

Признаки	Виды		
	<i>M. grandiflora</i>	<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>	<i>M. × soulangeana</i>
Направленность цветения	базипетальное	базипетальное	базипетальное
Начало цветения	02.06±4	22.03±2	01.04±3
Продолжительность цветения одного растения, дней	44±3	34±5	31±4
Продолжительность фазы бутонизации одного цветка, дней	15±4	12±3	14±4
Продолжительность цветения одного цветка, дней	8±3	4±1	5±2

Для *M. × soulangeana* и их садовых форм характерно ежегодное вторичное цветение в летний период. В условиях Киева для *M. × soulangeana* данная фенофаза отмечена в августе-сентябре (Костевич, 1968; Минченко, Коршук, 1987), во Владивостоке – в осенний период (Каменова, 2018). По нашим наблюдениям вторичное цветение *M. × soulangeana* в условиях ЮБК и Предгорного Крыма отмечено во II-III декаде июля. Летнее цветение сильно уступает по интенсивности и продолжительности данной фенофазе в весенний период, но повышает оценку декоративности *M. × soulangeana* и ее садовых форм

(Рисунки 22, 23). Однако цветки имеют не сформированный гинецей и андроцей и, как правило, быстро осыпаются. В августе 2017 г. в результате действия высоких температур воздуха до $+37,0^{\circ}\text{C}$, понижения влажности воздуха до 23% (I декада), вызвавших дефолиацию $\sim 80\%$, впервые на одном из экземпляров *M. kobus* var. *loebneri* в Арборетуме НБС было зафиксировано вторичное непродолжительное цветение (III декада августа) (Рисунки 24, 25).



Рисунок 22 – Вторичное цветение
Magnolia sp. в Симферополе
(дата съемки 22.07.2020)



Рисунок 23 – Вторичное цветение
Magnolia $\times$ *soulangeana* в
Симферополе
(дата съемки 18.07.2020)



Рисунок 24 – Общий вид
Magnolia kobus var. *loebneri*;
Арборетум НБС
(дата съемки 25.08.2017)



Рисунок 25 – Вторичное цветение
Magnolia kobus var. *loebneri*;
Арборетум НБС
(дата съемки 25.08.2017)

Таким образом, в результате корреляционного и регрессионного анализов выявлена зависимость сроков прохождения отдельных фаз сезонного ритма роста и развития от погодных условий 2018–2020 гг. Установлено, что у *M. grandiflora* термический фактор ($\sum t^\circ$) оказывает наиболее значимое влияние на фазу «начало цветения», т.к. для данного фактора коэффициент корреляции (R) составляет 0,85, детерминации (R^2) 0,72. У *M. kobus* var. *loebneri* термический фактор оказывает наибольшее влияние на фазу «конец цветения» – $R=0,64$, $R^2=0,41$. У *M. × soulangeana* термический фактор оказывает положительное влияние на фазу «набухание вегетативных почек» – $R=0,69$, $R^2=0,48$; отрицательная корреляция выявлена для фазы «начало цветения» – $R=-0,98$, $R^2=0,97$. Термический фактор не оказывал значимого влияния на ритмы развития вегетативной сферы *M. grandiflora*. Влияние температуры воздуха на скорость роста побегов магнолий характеризовалось отрицательной корреляцией: *M. grandiflora* – $R=-0,88$, $R^2=0,78$, *M. kobus* var. *loebneri* – $R=-0,85$, $R^2=0,72$, *M. × soulangeana* – $R=-0,61$, $R^2=0,37$.

4.3 Сравнительный анализ климатических условий природных и культигенных ареалов магнолий

Успешность интродукции растений во многом определяется степенью сходства климатических условий их природного местообитания и места интродукции. При решении вопроса о возможности интродукции растений в новые условия используют метод климатических аналогов Г. Майера, хотя часто потенциальные адаптационные возможности растения оказываются значительно шире определяемого этим методом района интродукции (Минченко, Коршук, 1987).

Культивировать какое-либо древесное растение невыгодно, если оно погибает в результате неблагоприятных метеорологических условий раз в 50 лет или сильно повреждается каждые 10 лет. В этом случае важно знать метеорологические показатели отдельного года, иными словами, – совокупное

влияние важнейших метеорологических факторов. Представление о них можно получить по климатограмме и климадиаграмме (Вальтер, 1974).

Для сравнения условий произрастания магнолий в природных ареалах и культурфитоценозах были построены климатограммы (Приложение Г) на основании непрерывных данных метеостанций за 2018-2020 гг. регионов с наиболее продолжительным временем культивирования магнолий в России, а именно: ЮБК (НБС), Предгорный Крым (г. Симферополь), Черноморское побережье Кавказа (г. Сочи). Как указывалось выше, природным ареалом для *M. grandiflora* являются Юго-Восточные регионы США, поэтому модельными были приняты данные метеостанции г. Джексона, административного центра в штате Миссисипи, который носит название «штат магнолий». Для *M. kobus*, в естественных условиях произрастающей в основном на островах Японского архипелага, базовыми были приняты данные метеостанции в г. Токио. У гибридогенного таксона *M. × soulangeana* родительскими видами являются *M. denudata* и *M. liliiflora*, природные ареалы которых совпадают в провинции Юньнань в Китае (административный центр – г. Куньмин).

Характеристика климата Крыма была описана в предыдущем разделе, поэтому приводим описание других регионов, указанных выше.

Прибрежная зона Сочи расположена в зоне влажных субтропиков. Главные черты климата – сухое лето и влажная зима – свойственны средиземноморской климатической зоне, однако, в отличие от неё зимний период на Западном Кавказе характеризуется периодической неустойчивостью, связанной с вторжением холодных воздушных масс. Максимум осадков приходится на зимний период времени года, преимущественно в виде дождя, реже – снега. Зима тёплая, лето жаркое и влажное. Среднегодовая температура воздуха составляет +14,9°C. Самым теплым месяцем года является август со средней температурой воздуха +25,0°C. Январь является самым холодным месяцем года, с температурами в среднем +6,4°C. Среднегодовая норма осадков 1644 мм. Самым засушливым месяцем в году является июнь с суммой осадков 91 мм. Большая часть осадков здесь выпадает в декабре – 197 мм.

Территория города Токио относится к субтропическому муссонному климату. В полную противоположность средиземноморскому климату, по температурному режиму и географической широте с которым сходен Токио, зимой наблюдается сухой сезон, в течение которого количество осадков снижается, остальное время года длится влажный сезон. Среднегодовая температура воздуха составляет $+16,3^{\circ}\text{C}$. Самым теплым месяцем года является август со средней температурой $+27,4^{\circ}\text{C}$, холодным месяцем является январь с температурой воздуха $+6,1^{\circ}\text{C}$. Среднее многолетнее количество осадков в Токио составляет 1537 мм в год (минимальное количество в декабре – 52 мм, максимальное количество в сентябре – 210 мм) (Дмитриева, 2020).

Город Куньмин расположен на высоте 1911 м над уровнем моря, что обуславливает относительно прохладную погоду для этой широты, но в целом климат относится к субтропическому муссонному. Среднегодовая температура воздуха составляет $+14,5^{\circ}\text{C}$. Наиболее теплым месяцем в году является июль со средней температурой воздуха $+19,7^{\circ}\text{C}$, наиболее холодный месяц в году январь, средняя температура воздуха составляет $+7,6^{\circ}\text{C}$. Среднее количество осадков в год составляет 1006,7 мм (минимальное количество в декабре – 11,7 мм, максимальное количество в августе – 205,9 мм).

Город Джэксон расположен в зоне с субтропическим океаническим климатом, с длинным, жарким и дождливым летом и короткой, прохладной и влажной зимой. Среднегодовая температура воздуха составляет $+18,0^{\circ}\text{C}$. Наиболее теплым месяцем в году является июль со средней температурой воздуха $+27,5^{\circ}\text{C}$, холодным месяцем является декабрь с температурой воздуха $+7,6^{\circ}\text{C}$. Среднее количество осадков в год составляет 1368 мм (минимальное количество в сентябре – 76 мм, максимальное количество в декабре – 130 мм) (<https://ru.climate-data.org>).

Ниже приведены сравнительные данные по основным климатическим параметрам природных ареалов магнолий и культурфитоценозов (Таблица 9).

Таблица 9 – Климатические условия природных и культивируемых ареалов магнолий

Климатические показатели	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
Метеостанция «Никитский сад» (климат – сухие субтропики)													
Средняя температура воздуха, °С	3,1	3,3	5,3	10,5	15,4	19,9	22,8	22,6	18,4	13,0	8,9	5,5	12,4
Сумма осадков, мм	73	64	50	38	33	42	31	31	51	37	62	83	595
Метеостанция «Симферополь» (климат – умеренный)													
Средняя температура воздуха, °С	1,8	2,4	4,9	9,9	15,1	19,5	22,3	22,0	17,9	13,3	6,8	4,2	12,8
Сумма осадков, мм	39	36	37	34	34	58	47	52	42	42	49	45	515
Метеостанция «Сочи» (климат – влажные субтропики)													
Средняя температура воздуха, °С	6,4	7,1	9,1	12,2	17,2	21,7	24,2	25,0	21,0	16,3	11,4	7,7	14,9
Сумма осадков, мм	179	118	109	116	93	91	122	135	135	158	191	197	1644
Метеостанция «Токио» (климат – субтропический муссонный)													
Средняя температура воздуха, °С	6,1	6,5	9,4	14,6	18,9	22,1	25,8	27,4	23,8	18,5	13,3	8,7	16,3
Сумма осадков, мм	53	57	119	126	139	169	155	169	210	200	90	52	1537
Метеостанция «Куньмин» (климат – субтропический муссонный)													
Средняя температура воздуха, °С	7,6	9,5	12,6	16,1	18,9	19,6	19,7	19,1	17,5	15,0	11,3	7,9	14,5
Сумма осадков, мм	11,7	12,4	16,2	26,8	91,9	173,2	204,8	205,9	121,6	88,6	40,1	13,5	1006,7
Метеостанция «Джексон» (климат – субтропический океанический)													
Средняя температура воздуха, °С	7,6	9,7	13,8	17,8	22,3	26,1	27,5	27,3	24,2	18,3	13,1	8,7	18,0
Сумма осадков, мм	126	120	128	125	111	104	122	107	76	99	120	130	1368

Анализируя средние многолетние гидротермические показатели природных ареалов и культурфитоценозов, можно предположить, что гидрологический режим является основным лимитирующим метеофактором в адаптации магнолий на ЮБК и Предгорном Крыму. Так, для *M. grandiflora* среднемноголетнее количество осадков за год в природном ареале составляет 1368 мм, для *M. kobus* – 1537 мм, у родительских видов *M. × soulangeana* (*M. denudata* × *M. liliiflora*) – 1006,7 мм, тогда как в НБС – 595 мм, в Предгорном Крыму (г. Симферополь) – 515 мм. Режим увлажнения на ЧПК является более благоприятным для адаптации магнолий. В частности, в Сочи, среднемноголетнее количество осадков за год составляет 1644 мм.

Был проведен сравнительный анализ ритмов развития *M. kobus* var. *loebneri* и *M. × soulangeana*, произрастающих в Арборетум НБС, с другими культурфитоценозами с различными почвенно-климатическими условиями. Обобщены литературные данные по фенологическим наблюдениям за коллекциями магнолий в Ботаническом саду им. Фомина с 1978 по 1984 гг. и Центрального республиканского ботанического сада в Киеве с 1966 по 1983 гг., Ботаническом саду-институте ДВО РАН (г. Владивосток) с 2011 по 2014 гг., парке «Дендрарий» и Субтропическом ботаническом саду Кубани (г. Сочи) с 2009 по 2011 гг., Донецком ботаническом саду с 1982 по 2006 гг., Запорожском государственном университете в 1998-1999 гг., Владикавказе в 2013-2015 гг. (Минченко, Коршук, 1987; Григоренко, 2000; Суслова, 2006; Келина, 2012; Каменева, 2015; Ваниев, Салбиева, 2016).

Наиболее продолжительные фенологические наблюдения за магнолиями были выполнены в ботанических садах Киева и Владивостока, тем более что почвенно-климатические условия данных регионов значительно отличаются от Крыма. По этой причине именно с этими культурфитоценозами был проведен более детальный сравнительный анализ ритмов развития *M. kobus* var. *loebneri* и *M. × soulangeana*.

Начало вегетации (распускание вегетативных почек) *M. kobus* var. *loebneri* в Арборетуме НБС приходится на среднюю многолетнюю дату 01.04 при сумме

эффективных температур выше +5°C 168,8°C, в Киеве – 01.05 при 148,0°C. Начало вегетации *M. × soulangeana* в Арборетуме НБС приходится на 29.03 при сумме эффективных температур выше +5°C 150,5°C, в Киеве – 04.05 при 183,4°C.

В таблице 10 приводятся средние многолетние данные по ритмам развития генеративной сферы магнолий. В Арборетуме НБС у *M. kobus* var. *loebneri* самое раннее начало цветения отмечалось 07.03, самое позднее – 02.04, в условиях Киева – 18.04 и 07.05, соответственно. Сумма эффективных температур выше +5°C на начало цветения в Арборетуме НБС достигла 122,1°C, в период массового цветения – 160,8°C, в условиях Киева – 120,0°C и 151,7°C, соответственно.

Таблица 10 – Ритмы развития генеративной сферы
Magnolia kobus var. *loebneri* и *Magnolia × soulangeana*

Вид	Дата прохождения фенофазы цветения		Продолжительность периода цветения, дни	Сумма эффективных температур выше +5°C	
	начало	массовое		на начало цветения	массовое
Арборетум НБС					
<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>	22.03	01.04	34	122,1	160,8
<i>M. × soulangeana</i>	01.04	07.04	31	149,9	191,7
Киев (Минченко, 1987)					
<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>	26.04	-	15	120,0	151,7
<i>M. × soulangeana</i>	07.05	-	25	170,0	198,2
Владивосток (Каменева, 2018)					
<i>M. kobus</i>	III декада апреля	-	24	118,0	160,0
<i>M. × soulangeana</i>	III декада апреля	-	16	118,0	160,0

В Арборетуме НБС у *M. × soulangeana* самое раннее начало цветения отмечалось 07.03, самое позднее – 08.04, в условиях Киева – 26.04 и 21.05,

соответственно. Сумма эффективных температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ на начало цветения в Арборетуме НБС достигла $149,9^{\circ}\text{C}$, в период массового цветения – $191,7^{\circ}\text{C}$, в условиях Киева – $170,0^{\circ}\text{C}$ и $198,2^{\circ}\text{C}$, соответственно.

В условиях Владивостока эти виды магнолий начинают цвести в III декаде апреля при $118,0^{\circ}\text{C}$. В Донецке *M. kobus* цветет в апреле – начале мая, при достижении суммы эффективных температур $140,0^{\circ}\text{C}$. Продолжительность цветения одного дерева составляет 10-17 дней, а одного цветка 7-10 дней. В Сочи цветение *M. × soulangeana* наблюдается с 24.03 по 08.04, при средней продолжительности 14 дней. В Запорожье цветение *M. kobus* и *M. × soulangeana* начинается одновременно – 10.04 при средней продолжительности 13 и 21 день, соответственно. Во Владикавказе самые ранние сроки начала цветения *M. kobus* и *M. × soulangeana* зафиксированы 14.03 при $78-81^{\circ}\text{C}$, самые поздние – 23.04 при $53-58^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, проведя анализ литературных данных и результатов наблюдений за ритмами роста и развития магнолий в Арборетуме НБС, можно сделать заключение о влиянии термического фактора на сроки прохождения фенофаз и их продолжительность. Гидрологический режим культурфитоценозов ЮБК, характеризующийся недостаточным увлажнением в период вегетации, также оказывает негативное влияние на адаптационные возможности магнолий.

4.4 Влияние эдафических факторов на темпы роста и развития магнолий

Успех интродукции определяется соответствием условий мест произрастания пределам выносливости (толерантности) растений. Обычно это учитывается только в общих чертах, особенно когда речь идет об эдафических факторах. Такой подход не позволяет делать четкие научно обоснованные выводы (Ярославцев, Казимилова, 1988).

Нами изучена реакция магнолий на отдельные эдафические факторы, зависимость роста и жизненного состояния деревьев от химических и физических свойств почв. Сведения об отношении объектов исследования к почвенным условиям весьма немногочисленны. Почвы природного ареала произрастания *M. grandiflora* на Юго-Востоке США относятся к красно-желтым подзолистым почвам. Почвы здесь менее кислые и менее плодородные по сравнению с серо-бурыми подзолистыми почвами Северо-Востока. Благодаря обилию тепла и влаги органическое вещество в верхнем горизонте почв быстро разлагается и растворимые питательные вещества легко вымываются. Нерастворимые оксиды железа остаются в почве и придают ей типичную красно-желтую окраску. Аллювиальные, суглинистые, влажные почвы вдоль ручьев и вблизи болот приурочены к равнинам Миссисипи, являющимися районами наибольшей встречаемости *M. grandiflora*. Эти почвы сформировались на пойменных участках и отличаются высоким плодородием (<http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/faounesco-soil-map-of-the-world/ru/>).

В природном ареале произрастания *M. kobus* (горные местности островов Хонсю и Хоккайдо) преобладают маломощные почвы, подверженные локальным перемещениям и механическим нарушениям строения почвенного профиля под влиянием землетрясений. Буроземы развиты в восточной части центрального Хонсю. В условиях прохладного и влажного климата Хоккайдо и северного Хонсю формируются горные буроземы (под буковыми лесами), пеплово-вулканические многогумусные кислые аллофановые (андосоли) и выщелоченные коричневые почвы (Ногина, Столбовой, 1992).

В горных районах Южного и Юго-Западного Китая преобладающими почвенными разностями являются оподзоленные красноземы и желтоземы, местами с элементами латеритизации. Латеритные почвы и латериты встречаются в наиболее влажных и жарких районах Китая: в южной части провинции Гуандун, Гуанси, Юньнань и на островах Хайнань и Тайвань. Эти почвы не поднимаются выше 500-600 м н.у.м. Листопадные магнолии, в свою очередь, в Южном Китае произрастают на высотах 1000-1500 м н.у.м. (Карпун, Романов, Хварцкия, 2016).

По этой причине, ниже приводим обобщенное описание желтоземов и красноземов, как почвенных разностей характерных для мест произрастания листопадных магнолий.

Главным районом распространения желтоземов в Китае является Сычуанский бассейн и плато Гуйчжоу. Главной особенностью климата районов развития желтоземов является очень высокая относительная влажность воздуха, часто составляющая 90%. Типичные субтропические желтоземно-подзолистые почвы развиваются под смешанными лесами, сформированными листопадными и хвойными видами с примесью вечнозеленых растений. Данные почвы образуются на самых разнообразных горных породах, включая фиолетовые сланцы и песчаники и даже известняки. Это почвы кислые, бедные гумусом, с очень малой емкостью поглощения и значительным участием в поглощающем комплексе водородного поля, рН по горизонтам варьирует от 4,47 до 5,12.

Красноземы, также как и желтоземы, приурочены к районам влажных субтропиков, но развиваются в условиях несколько более теплого, а главное, несколько более переменного влажного климата, чем желтоземы. Климатические условия районов распространения красноземов характеризуются следующими особенностями: количество осадков за год превышает 1000 мм, максимум осадков летний, но период дождей растянут, и сухой период непродолжителен. Красноземы приурочены к низким холмам с пологими склонами, к высоким речным террасам и аллювиальным равнинам провинций Хунань, Цзянси, Гуандун, Гуанси, Фуцзянь и Юньнань. Именно провинция Юньнань является регионом наибольшего распространения этих почв.

Профиль красноземных почв благодаря большой скорости процессов выветривания и почвообразования может достигать значительной мощности, но границы между горизонтами, как правило, выражены слабо. Верхний горизонт мощностью в 15-20 см представлен обычно темно-красно-бурой тяжелой глиной, имеет ореховую структуру, плотное сложение. Содержание гумуса в нем редко превышает 1,5-2,0%. Второй горизонт имеет мощность более 1,0 м. Верхняя часть его ярко-красная, но книзу светлеет. Механический состав обычно глинистый.

Структура чаще всего крупноореховатая или призматическая. Реакция всего профиля кислая (рН 4-5).

Красноземы и желтоземы относятся к очень бедным почвам (особенно их оподзоленные разности) и нуждаются во внесении органического вещества и минеральных удобрений, особенно фосфорных и азотных. Большинство почв красноземного и желтоземного типов находятся в иссушенном состоянии в осенне-зимний период и нуждаются в орошении (Физическая география..., 1964).

Желтоземы встречаются в РФ только в Сочинском регионе, в целом они занимают 0,05% площади страны (Почвенный покров..., 2001). Уникальность желтоземов Сочинского дендрария объясняется тем, что благодаря многолетней системе землепользования (поддержанию псевдоестественного лесопаркового ландшафта) они сохранили близкий к природному облик, в отличие от преобладающей части почв в узкой полосе Черноморского побережья, занятой курортными комплексами и объектами городской инфраструктуры. Общая мощность почвенного профиля колеблется около 1,2-1,5 м в зависимости от положения в рельефе. Реакция слабокислая, велика гидролитическая и обменная кислотность, причем содержание алюминия на порядок выше, чем водорода; содержание гумуса в верхнем горизонте 4-6%; в составе глинистых минералов присутствует каолинит (Герасимова, Колесникова, Гуров, 2010).

Преобладающими почвенными разностями Предгорного Крыма являются черноземы обыкновенные предгорные карбонатные, сформированные на глинисто-щебенчатом элювии известняков и мергелей. Гранулометрический состав незродированных черноземов легкоглинистый, пылевато-иловатый. В черноземах маломощных эродированных гранулометрический состав преимущественно тяжело- или среднесуглинистый сильно щебенчатый. Содержание гумуса на целине может достигать 4,8-5,8%, в распахиваемых эродированных почвах не превышает 2,4-3,0%. Валового азота эти черноземы на целине содержат 0,32-0,42%, фосфора 0,14-0,15%, калия 0,8-0,9%. В распахиваемых черноземах количество валового азота в гумусовом горизонте составляет 0,25%, фосфора 0,09-0,10%, калия 0,6-0,9%. Количество обменного

калия высокое и в верхних горизонтах может достигать 50 мг/100 г (Опанасенко, 2016).

Магнолии, особенно листопадные виды, плохо переносят заболоченные с застойной влагой, карбонатные и засоленные почвы. Наличие в почве значительного содержания извести является главной причиной трудности их широкого культивирования на ЮБК (Гинкул, 1939). Влияние эдафических факторов на жизненное состояние магнолий в условиях культурфитоценозов ЮБК изучено недостаточно, а имеющаяся информация, не отражает общей картины в целом (Казимилова, 2005; Дюкова, 2013; Почвы парков..., 2018). Приводятся сведения, что под старовозрастными деревьями *M. grandiflora* посадки 1855 г. в Арборетуме НБС в верхнем горизонте почвы зафиксировано наибольшее содержание гумуса – 9,3%. Для сравнения в роще листопадных деревьев первой величины – дзельквы граболистной посадки 1848 г., содержание гумуса в верхнем горизонте – 7,2%. По содержанию подвижного калия почвы значительно варьируют: самое высокое содержание подвижного калия отмечено в почве под *M. grandiflora*, самое низкое – под кедром гималайским и платаном кленолистным (Казимилова, 2000).

Реакция почв преимущественно слабощелочная в слое 0–10 см и щелочная ниже. Отсутствие дифференциации по этому показателю связано с поливом почв бикарбонатно-кальциевыми водами и поступлением в почвенный профиль карбонатных включений: ракушечника и строительного мусора, обломков известняка с вышележащих склонов и из материнской породы при турбациях. Для всех изученных почв характерно невысокое содержание подвижного фосфора. Высокое содержание калия связано с преобладанием в составе почвообразующих пород карбонатных: на продуктах разрушения известняков в природных почвах содержится 714–802 мг/кг калия, максимальное содержание калия в почвах парковых фитоценозов (945 мг/кг) наблюдается в почвах с наибольшим содержанием карбонатов кальция – 16,34%. Все почвы насыщены основаниями, состав обменных оснований не различается (Казимилова, 2005). При изучении культурфитоценозов НБС выявлено, что содержание углекислой извести в почве

под *M. grandiflora* было от 13 до 25%. Негативное влияние сильной карбонатности усугубляется скелетностью почв. На изучаемых куртинах почва характеризовалась как агрокоричневая сильноскелетная с различной степенью карбонатности (Почвы парков..., 2018).

Агрокоричневые почвы на куртинах под *M. grandiflora* характеризовались тяжелосуглинистым иловато-крупнопылеватым гранулометрическим составом. Увеличение скелетности почв не отразилось на гранулометрическом составе мелкозема. Известно, что коричневые почвы, хорошо обеспеченные илом, обладают высокой поглотительной способностью, обеспечены вторичными минералами: иллитом, вермикулитом, гидрослюдами, каолинитами, а также микроэлементами: В, Мп, Zn, Cr, Ti, V, Ва, Мо и другими. Следует отметить, что для многих декоративных деревьев благоприятен гранулометрический состав почв, в которых содержится 35-65% физической глины (сумма фракций <0,01 мм) и не менее 25% ила (частиц размером <0,001 мм) (Почвы парков..., 2018).

В 2018-2020 гг. под *M. grandiflora* (Герасимчук, Новицкий, 2021), *M. kobus* var. *loebneri* и *M. × soulangeana* (Таблица 11) были заложены почвенные разрезы на семи куртинах Арборетума НБС (куртины №№ 34, 57, 98, 128, 138, 153, 221), произведен отбор образцов и их анализ (Приложение Д).

Таблица 11 – Биометрические параметры магнолий в Арборетуме НБС

№ куртины	Кол-во, экз.	Оценка декоративности, баллы	Высота дерева, м	Диаметр ствола, см	Возраст, лет (2020 г.)
<i>M. grandiflora</i>					
57	4	3-4	14,6±0,7	46,3±2,7	130
98	3	3-4	15,7±0,9	59,0±2,5	169
128	5	3-4	18,4±0,9	43,7±3,1	171
153	2	5	18,4±0,4	78,6±3,6	108
221	4	3	7,2±0,1	26,3±3,2	45
<i>M. kobus</i> var. <i>loebneri</i>					
34	3	5	6,0±0,2	16,3±2,4	28
<i>M. × soulangeana</i>					
138	2	4	4,3±0,1	3,2±0,4	96

Необходимость таких исследований обусловлена тем, что в условиях субтропического климата при искусственном орошении почвообразовательные процессы характеризуются высокой энергией и динамичностью. Здесь за 30-40 лет после плантажной вспашки в культурных почвах формируется иллювиальный горизонт. Кроме того, на почву оказывают влияние как длительное произрастание многолетних растений-интродуцентов, так и антропогенное воздействие, в результате чего почва трансформируется (Казиминова, 2000).

Гранулометрический состав мелкозёма по всему почвенному профилю под всеми деревьями не однороден от тяжелосуглинистого до легкоглинистого с преобладанием пыли крупной и ила. Среднее содержание илистых фракций составило 25%, фракций пыли 20%, а песка 7%. Пыли средней, дефляционно опасной, было около 11% (Таблица 13). Почвы под магнолиями по гранулометрическому составу сбалансированы, где среднее соотношение фракций песка, пыли и ила составило 1:3:3 (Рисунок 26).

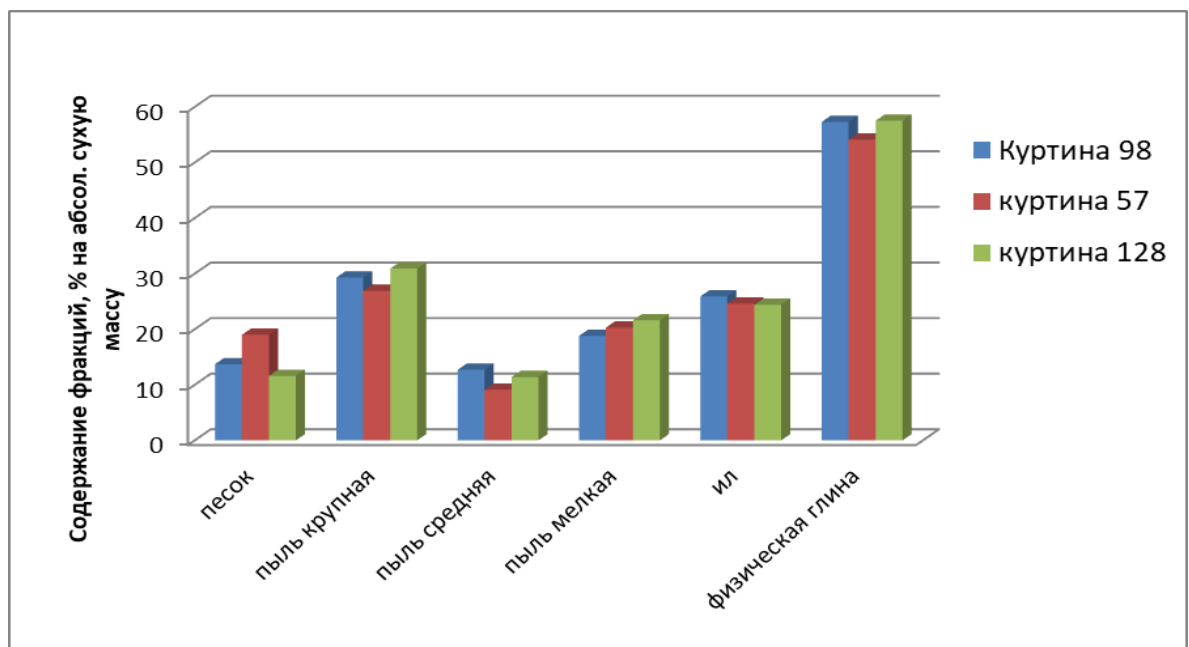


Рисунок 26 – Гранулометрический состав почвы под *Magnolia grandiflora* в Арборетуме НБС

Показателем, характеризующим наиболее важные в экологическом отношении физические свойства почв, является их плотность сложения. Физические свойства почвы влияют на распределение корневой системы в почве и производительность древостоев. Почва под магнолиями на куртинах №№ 57, 98 и 153 была рыхлой, средний показатель составил $1,20 \text{ г/см}^3$ в метровом слое. Такая плотность почвы позволила корням магнолий освоить весь почвенный профиль. Отличную визуальную оценку *M. grandiflora* 'Hartwissiana' на куртине № 153 можно объяснить тем, что при ее посадке в сильнокарбонатную почву был использован привезенный с яблони кислый грунт (Почвы парков..., 2018). На куртинах № 128 и № 221 почва была плотной, средняя плотность сложения в слое 0-50 см составляла $1,32$ и $1,43 \text{ г/см}^3$, соответственно. Но с глубиной плотность существенно увеличивается, что в значительной мере затруднило проникновение корней в эти слои (Таблица 14).

Наличие в профиле обломков плотных пород оказывает существенное воздействие на свойства почв, их водный и питательный режимы, а в итоге их лесорастительные свойства. Небольшая скелетность оказывает положительное влияние на почвы, так как улучшает их водопроницаемость, увеличивает воздухоёмкость. Большое содержание скелета в почве относится к факторам, оказывающим негативное влияние на жизненное состояние магнолий.

Скелетные почвы имеют мало мелкозёма, вследствие чего отличаются практически беспредельной водопроницаемостью, слабой водоудерживающей способностью низкими запасами гумуса, питательных веществ, что отрицательно сказывается как на скорости роста, так и на декоративности и долговечности древесных растений (Казиминова, 2005). Скелет в метровом слое под деревьями *M. grandiflora* распределён не равномерно и его количество варьировало от 20 до 43%. Больше всего скелета в слое 0-50 см было на куртине № 221 – 43% и по классификации относились к сильноскелетным почвам. Меньше всего скелетных частиц было на куртине № 128 (Таблица 14).

Определение скелетности почвы под магнолиями в процентах от их объема с ненарушенным сложением и объемной массы мелкозема позволило определить

запасы мелкозема (т/га) под этими растениями на куртине. Разумеется, чем меньше скелетность и больше объемная масса мелкозема, тем больше запасы мелкозема в соответствующих слоях. Таким образом, в слое 0-100 см под всеми деревьями в среднем содержалось $9639 \pm 957,7$ т/га мелкозёма.

Гумус, как особая, свойственная только почве форма органического вещества, является неотъемлемой и наиболее характерной составной частью почвы. Гумус оказывает существенное влияние не только на сам процесс почвообразования, но и на важнейшие свойства почвы. Гумус является основой плодородия почв. По содержанию гумуса в метровом слое почвы под всеми деревьями относились к слабогумусированным. Основное количество органических веществ сосредоточено в верхнем слое, где его концентрация доходила под некоторыми деревьями до 4,8% в слое 0-60 см. Самое низкое содержание гумуса было на куртине № 221 (Таблица 14). Вероятнее всего это связано с задержанием поверхности почвы злаковым газоном в подкроновом пространстве магнолий. Основная часть корней, как проводящих (скелетных), так и всасывающих (обрастающих) сосредоточена преимущественно в наиболее гумусированном слое 0-50 см. На куртине № 98 в слое 40-60 см содержание гумуса резко увеличилось. Это, скорее всего, связано с захоронением коричневой почвы. Слой 40-80 см интенсивно пронизан корнями *M. grandiflora* и других растений произрастающих рядом с групповой посадкой магнолий.

На куртине № 34 под *M. kobus* var. *loebneri* с глубиной идёт уменьшение физической глины ($< 0,01$ мм) и увеличение физического песка (1-0,01 мм). Почва на куртине № 138 под *M. × soulangeana* по гранулометрическому составу распределена равномерно, кроме слоя 20-32 см. Дефляционно опасной средней пыли (0,01-0,005 мм) под всеми деревьями содержалось незначительное количество. Почва под растениями обеспечена в достаточном количестве илистыми фракциями ($< 0,001$) (Таблица 15).

Доказана объективность суждения об обеспеченности почв органическим веществом по запасам гумуса, выраженным в т/га. Запасы гумуса под магнолиями в среднем составили $225,9 \pm 39,9$ т/га в метровом слое почвы.

Таблица 13 – Гранулометрический состав агрокоричневой почвы под *Magnolia grandiflora* в Арборетуме НБС

Местонахождения почвенных разрезов	Слой почвы, см	Содержание фракций, мм						Сумма фракций < 0,01 мм
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	< 0,001	
Нижний парк (куртина № 98)	0-10	4,6	17,8	28,8	12,6	15,8	22,6	51,0
	10-20	6,4	9,8	29,8	12,7	15,2	26,1	54,0
	20-30	4,7	7,5	30,4	12,6	20,4	24,4	57,4
	30-40	2,2	6,7	26,4	13,0	22,0	29,7	64,7
	40-60	1,9	8,6	28,9	11,5	21,7	27,4	60,6
	60-80	4,5	8,2	30,6	13,2	17,9	25,6	56,7
	80-100	4,4	8,5	30,5	13,3	17,9	25,4	56,6
Верхний парк (куртина № 57)	0-10	8,6	8,9	25,5	10,6	22,2	24,2	57,0
	10-20	10,2	14,1	25,2	8,7	20,9	20,9	50,5
	20-40	6,7	8,2	37,5	3,9	21,6	22,1	47,6
	40-60	7,7	13,4	22,7	12,5	19,8	23,9	56,2
	60-80	8,6	9,6	25,2	9,5	18,8	28,3	56,6
	80-100	8,7	9,6	25,3	9,4	18,7	28,3	56,4
Нижний парк (куртина № 128)	0-10	6,9	6,5	33,1	11,3	21,1	21,1	53,5
	10-20	2,3	7,8	29,8	11,4	25,1	23,6	60,1
	20-40	1,7	6,0	30,4	14,2	21,9	25,8	61,9
	40-60	3,1	8,8	31,6	10,7	19,6	26,2	56,5
	60-80	3,4	9,6	30,4	10,4	20,9	25,3	56,6
	80-100	3,3	9,9	30,4	10,3	20,8	25,3	56,4

Таблица 14 – Свойства и показатели агрокоричневой почвы под *Magnolia grandiflora* в Арборетуме НБС

Слой, см	Плотность сложения, г/см ³	Скелет,% от объёма	Запасы мелкозёма, т/га	рН водный	CaCO ₃ ,%	Гумус, %	Запасы гумуса, т/га
Нижний парк (куртина № 98, n=3)							
0-50	$\bar{x}=1,19$	$\bar{x}=24,2$	$\Sigma=5061$	8,12	$\bar{x}=8,3$	$\bar{x}=3,67$	$\Sigma=185,7$
50-100	$\bar{x}=1,19$	$\bar{x}=29,0$	$\Sigma=5068$	8,14	$\bar{x}=11,8$	$\bar{x}=2,03$	$\Sigma=102,9$
0-100	$\bar{x}=1,19$	$\bar{x}=26,6$	$\Sigma=10129$	8,13	$\bar{x}=10,1$	$\bar{x}=3,20$	$\Sigma=288,6$
Парк Монтедор (куртина № 221, n=2)							
0-50	$\bar{x}=1,43$	$\bar{x}=42,7$	$\Sigma=4153$	8,16	$\bar{x}=15,9$	$\bar{x}=3,07$	$\Sigma=127,5$
50-100	$\bar{x}=1,65$	$\bar{x}=22,2$	$\Sigma=7277$	8,15	$\bar{x}=8,5$	$\bar{x}=1,95$	$\Sigma=141,9$
0-100	$\bar{x}=1,54$	$\bar{x}=32,5$	$\Sigma=11430$	8,16	$\bar{x}=10,9$	$\bar{x}=2,51$	$\Sigma=269,4$
Верхний парк (куртина № 57, n=2)							
0-50	$\bar{x}=1,22$	$\bar{x}=30$	$\Sigma=4650$	7,75	$\bar{x}=13,2$	$\bar{x}=3,49$	$\Sigma=159,1$
50-100	$\bar{x}=1,27$	$\bar{x}=33$	$\Sigma=3950$	7,87	$\bar{x}=13,6$	$\bar{x}=1,62$	$\Sigma=64,0$
0-100	$\bar{x}=1,25$	$\bar{x}=32$	$\Sigma=8600$	7,81	$\bar{x}=13,4$	$\bar{x}=2,55$	$\Sigma=223,1$
Нижний парк (куртина № 128, n=2)							
0-50	$\bar{x}=1,32$	$\bar{x}=19,9$	$\Sigma=6402$	7,96	$\bar{x}=10,5$	$\bar{x}=4,90$	$\Sigma=313,7$
50-100	$\bar{x}=1,60$	$\bar{x}=19,7$	$\Sigma=5718$	8,07	$\bar{x}=8,6$	$\bar{x}=2,47$	$\Sigma=141,2$
0-100	$\bar{x}=1,46$	$\bar{x}=19,8$	$\Sigma=12120$	8,02	$\bar{x}=9,6$	$\bar{x}=3,68$	$\Sigma=454,9$
Приморский парк (куртина № 153, n=2)							
0-50	$\bar{x}=1,17$	$\bar{x}=37$	$\Sigma=5711$	7,70	$\bar{x}=29,2$	$\bar{x}=3,93$	$\Sigma=188,2$
50-100	$\bar{x}=1,24$	$\bar{x}=39$	$\Sigma=3885$	7,72	$\bar{x}=26,6$	$\bar{x}=1,87$	$\Sigma=36,4$
0-100	$\bar{x}=1,20$	$\bar{x}=38$	$\Sigma=9596$	7,71	$\bar{x}=27,9$	$\bar{x}=2,90$	$\Sigma=224,6$

Таблица 15 – Гранулометрический состав почвы под *Magnolia kobus* var. *loebneri* и *Magnolia* × *soulangeana* в Арборетуме НБС

Местонахождения почвенных разрезов	Слой почвы, см	Содержание фракций, мм						Сумма фракций < 0,01 мм
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001	
Верхний парк (куртина № 34)	0-20	12,93	9,55	28,00	11,72	20,56	17,24	49,52
	20-40	15,09	11,87	26,12	8,4	18,72	19,80	46,92
	40-60	32,31	17,29	16,92	5,76	15,04	12,68	33,48
Нижний парк (куртина № 138)	0-20	5,47	13,65	29,20	11,68	22,56	17,44	51,68
	20-32	7,63	14,77	28,52	12,24	19,88	16,96	46,08
	32-45	2,90	15,58	27,04	11,76	22,36	20,36	54,48
	45-60	4,07	9,98	29,87	12,16	23,00	20,92	56,08
	60-90	1,32	13,28	31,32	10,92	19,16	24,00	54,08

На куртине № 138 под *M. × soulangeana* реакция почвенной среды щелочная, и распределена равномерно по всему почвенному профилю. На куртине № 34 под *M. kobus* var. *loebneri* почва в верхнем слое слабощелочная, а ниже 20 см слоя pH щелочной. Содержание CaCO_3 в почвах под деревьями разное. Под *M. × soulangeana* количество карбонатов в почве уменьшается с глубиной от 12% в слое 0-20 см, до 4% в слое 60-90 см, но, не смотря на это, на исследуемых деревьях ежегодно наблюдается межжилковый хлороз. Под *M. kobus* var. *loebneri* с глубиной количество карбонатов увеличивалось от 16% до 32%, при этом жизненное состояние деревьев характеризуется как отличное. Под листопадными магнолиями почва достаточно обеспечена гумусом в слое 0-20 см, но с глубиной этот показатель резко уменьшается (Таблица 16).

Таблица 16 – Физико-химические и химические свойства почвы под
Magnolia kobus var. *loebneri* и *Magnolia × soulangeana*

Местонахождения почвенных разрезов	Слой почвы, см	pH водный	CaCO_3 , %	Гумус, %
Верхний парк (куртина № 34)	0-20	7,41	16,18	6,73
	20-40	7,64	21,01	2,92
	40-60	7,87	32,08	2,86
Нижний парк (куртина № 138)	0-20	7,59	12,01	5,57
	20-35	7,61	9,45	2,05
	23-39	7,61	8,94	1,67
	39-60	7,66	8,01	1,55
	60-90	7,71	4,17	1,09

Агрокориичневые почвы парков НБС по содержанию CaCO_3 достаточно различны. На большей площади Арборетума преобладают слабо- и, в меньшей мере, среднекарбонатные почвы. В большинстве отобранных образцов по содержанию CaCO_3 почвы под магнолиями были сильнокарбонатными, лишь в одном случае на куртине № 128 почва была среднекарбонатной.

В результате корреляционного и регрессионного анализов выявлена зависимость дендрометрических параметров деревьев магнолий от эдафических факторов в Арборетуме НБС. Выявлена отрицательная зависимость высоты деревьев от содержания скелета ($R=-0,88$, $R^2=0,77$, $n=11$) и положительная зависимость высоты деревьев от запасов гумуса ($R=0,81$, $R^2=0,65$, $n=11$). Не выявлена зависимость между концентрацией карбонатов и высотой растений, а также между концентрацией карбонатов и диаметром ствола. Вероятнее всего, это связано с тем, что многие магнолии в Арборетуме НБС были высажены в большие посадочные ямы с кислым субстратом. Реакция водной суспензии почвы на участках под магнолиями была щелочная ($pH - 7,7-8,2$).

Сравнивая основные параметры эдафотопов культурфитоценозов и природных ареалов магнолий, следует отметить, что содержание гумуса в агрокоричневой почве на ЮБК составляет 1,62-4,9%, pH водной вытяжки 7,4-8,2, черноземе обыкновенном предгорном карбонатном (Предгорный Крым) – 2,4-5,8% и 7,1-8,6, соответственно, желтоземе типичном глинистом (ЧПК) – 0,6-4,3% и 5,0-5,8, соответственно, оподзоленном красноземе и желтоземе (Юго-Восток Китая) – 0,47-1,17% и 4,1-5,12, соответственно. Именно слабокислые почвы ЧПК позволяют культивировать многие виды листопадных магнолий из Восточной и Юго-Восточной Азии.

Таким образом, полученные результаты и анализ литературных данных позволяют сделать вывод, что *M. grandiflora*, *M. kobus* var. *loebneri* и *M. × soulangeana* после посадки в подготовленную почву подвержены негативному влиянию некоторых эдафических факторов. Одним из таких факторов на ЮБК, является высокая скелетность почвы. На рост и развитие деревьев положительно влияют запасы гумуса – чем их больше, тем выше жизненное состояние растений. В Арборетуме НБС *M. grandiflora* произрастает на легкоглинистых агрокоричневых почвах с плотностью сложения до $1,52 \text{ г/см}^3$ и содержанием до 25 % CaCO_3 . Это характеризует её относительную толерантность и высокую экологическую валентность к указанным выше эдафическим условиям по сравнению с листопадными видами магнолий, произрастающими на ЮБК. Из

листопадных исследуемых видов магнолий наиболее устойчивой к повышенному содержанию карбонатов является *M. kobus* var. *loebneri*, что отчасти подвергает сомнению литературные данные о кальцефобности всех магнолий.

4.5 Оценка жизненного состояния магнолий

В условиях интродукции древесные растения на фоне лимитирующего влияния абиотических факторов в значительной степени подвержены негативному воздействию болезней и вредителей. Фитофаги на магнолиях в Арборетуме НБС в период проведения исследований не наблюдались. На шести экземплярах *M. grandiflora* в культурфитоценозах Ялты были отмечены особи австралийского желобчатого червеца (*Icerya purchasi* (Maskell, 1879)). Основной формой деструкции древесины является её микогенная деструкция. В Арборетуме НБС на старовозрастных деревьях *M. grandiflora* встречаются базидиальные ксилотрофы: *Armillaria mellea* (Vahl) P.Kumm. – вызывает комлевую гниль, *Rigidoporus ulmarius* (Sowerby) Imazeki – смешанную гниль (Исиков, 2017). В настоящее время для оценки жизненного состояния древесных растений применяется в основном визуальный осмотр (Алексеев, 1989; Прокофьева, 2000; Мазина, Герасимчук, 2017).

Диагностика состояния внутренних структур дает возможность выделить главные факторы, определяющие процесс изменения жизненных функций растений. В настоящее время для анализа микогенных деструктивных процессов в древесине, связанных с негативным воздействием биотических факторов применяют электрическую и ультразвуковую (импульсную) томографии, метод георадара и термографию (Nicolotti, Miglietta, 1998; Divos, Szalai, 2002; Sandoz, Benoit, Demay, 2000; Johnstone, 2010; Arciniegas et al., 2014a; Durlak et al., 2017; Vidal, 2019; Soge, Popoola, Adetoyinbo, 2020). По мнению многих исследователей, использование импульсной томографии является наиболее эффективным способом выявления и изучения динамики микогенной деструкции древесины,

анализа топографии, размеров и формы деструктивных аномалий, а также изучения механических свойств тканей древесины стволов поврежденных деревьев (Lawday, Hodges, 2000; Brancheriau et al., 2008; Arciniegas et al., 2014b; Yaitskova, van de Kuilen, 2014; Espinosa et al., 2019, 2020ab).

Пространственная импульсная томография является неинвазивным методом визуализации внутренней структуры древесины, основанном на одновременном измерении времени распространения в древесине акустических волн от нескольких датчиков, расположенных на внешней поверхности ствола. Компьютерное обеспечение позволяет получать 2D и 3D изображения исследуемого участка тканей, что дает возможность анализировать метрические и физические характеристики деструктивных процессов в древесине, оказывающих негативное воздействие на жизненное состояние деревьев (Sandoz, Benoit, Demay, 2000; Melnichuk, 2012; Плугатарь и др., 2017).

Пространственная импульсная томография магнолий в России проводилась впервые (Коротков и др., 2019; Плугатарь, Герасимчук, 2020; Gerasimchuk, Plugatar, 2019, 2020). Следует отметить, что анализ литературных источников показывает, что подобная инструментальная диагностика магнолий ранее нигде в мире не проводилась. Имеются подтвержденные данные, что с использованием пространственной импульсной томографии анализировались внутренние структуры древесины *Cupressus lusitanica* Mill., *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd., *Populus × canadensis* Moench, *Quercus rubra* L., *Tilia cordata* Mill., (Nicolotti et al., 2003; Wang, Allison, 2008; Мельничук, Йассин Солиман, Черданцева, 2012). В 2017-2021 гг. с применением метода пространственной импульсной томографии было проведено изучение внутренней структуры древесины *M. grandiflora*, представленных группами растений первых этапов интродукции данного вида в России, а также самого крупнотовольного экземпляра листопадной магнолии в Крыму – *M. kobus* var. *borealis*. Изучение динамики состояния тканей древесины проводили у 15 разновозрастных деревьев *M. grandiflora*, произрастающих на территории Арборетума НБС и парка «Алупкинский», а также в Имеретинской низменности на ЧПК (Таблица 16; Приложение Е).

С целью выявления особенностей распределения микогенных повреждений в объеме ствола сканирование тканей древесины проводили на одном или двух уровнях – на высотах 10-20 и (или) 100-130 см. На каждое дерево монтировалось от 6 до 13 датчиков.

Таблица 16 – Дендрометрические параметры магнолий, отобранных для пространственной импульсной томографии

№ дер ева	Возраст (2020 г.), лет	Высота деревя, м	Диаметр ствола на выс. 1,3м, см	Визуальная оценка, балл	Координаты
Арборетум НБС					
1	171	21,8	46	4	с.ш. 44°30'31.34", в.д. 34°13'58.70"
2	171	17,7	42	4	
3	169	13,4	43-33-10	4	с.ш. 44°30'34.34", в.д. 34°13'59.03"
4	169	17,3	63	3	
5	169	16,5	55	3	
6	130	15,3	38	3	с.ш.44°30'42.64", в.д. 34°13'56.04"
7	130	12,8	49	4	
8	130	15,6	52	4	
9	108	18,0	28-5-82	5	с.ш. 44°30'29.95", в.д. 34°14'13.99"
10	45	7,2	38	4	с.ш. 44°50'47.39", в.д. 34°23'18.31"
11	45	7,0	27	4	
12	58	9,7	32-25-15	5	с.ш.44°30'38.30", в.д. 34°13'59.27"
Парк «Алупкинский»					
13	187	12,0	123	2	с.ш. 44°25'10.32", в.д. 34°03'15.01"
14	~180	16,5	70	5	
15	~180	23,2	128	4	
Имеретинская низменность (ЧПК)					
16	~70	12,0	38	5	с.ш.43°23'54.15", в.д. 39°57'53.24"

Деревья *M. grandiflora* (№№ 1, 2) из числа наиболее старовозрастных деревьев Арборетума НБС, произрастающие на куртине № 128 в Нижнем парке Арборетума НБС. В 1855 г. была заложена роща посадкой шести экземпляров 5-летних *M. grandiflora* и двух экземпляров *M. grandiflora* 'Rotundifolia'. В 1974 г. произведена подсадка еще четырех экземпляров 4-летних *M. grandiflora*. Почва на

данной куртине является агрокоричневой среднекарбонатной среднескелетной легкоглинистой на делювиальных продуктах выветривания глинистых сланцев, известняков с примесью песчаников. Запасы гумуса в слое 0-100 см составляют 202 т/га, мелкозема – 8014 т/га (Почвы парков..., 2018). Визуальная оценка деревьев – 4; 4 балла, соответственно.

Деревья *M. grandiflora* (№№ 3, 4, 5) расположены на куртине № 98 в Нижнем парке Арборетума НБС и являются сохранившимся фрагментом рощи магнолий, частично притеняемые с южной стороны двумя платанами кленолистными. Изначально роща была сформирована в 1860 г. посадкой шести экземпляров 9-летних *M. grandiflora*, затем в 1905 г. было посажено одно 4-летнее дерево, а в 1962 г. – четыре 5-летних дерева. В 2013-14 гг. два дерева из первой посадки были вывернуты с комлем во время ураганных ветров. У третьего экземпляра первой посадки было зафиксировано резкое усыхание и гибель в 2014 г. Почвенный вид на данной куртине аналогичен куртине № 128. Визуальная оценка деревьев – 4; 3; 3 балла, соответственно.

Деревья *M. grandiflora* (№№ 6, 7, 8) расположены на куртине № 57 в Верхнем парке Арборетума НБС. Деревья произрастают в плотной группе, притеняемой с южной стороны платаном восточным. Почва на данной куртине характеризуется как агрокоричневая слабокарбонатная среднескелетная легкоглинистая на делювиальных продуктах выветривания глинистых сланцев с примесью известняков. Запасы гумуса в слое 0-100 см составляют 288 т/га, мелкозема 11128 т/га (Почвы парков..., 2018). Визуальная оценка деревьев – 3; 4; 5 баллов, соответственно.

M. grandiflora 'Hartwissiana' (№ 9) произрастает на куртине № 153 в верхней части Приморского парка Арборетума НБС в виде солитерной посадки. Крона дерева густая, сбалансированная. Под кроной дерева растительность отсутствует, за ее пределами почва задернена злаковым газоном. Почва – агрокоричневая сильнокарбонатная очень сильноскелетная тяжелосуглинистая и легкоглинистая крупнопылевато-илистая и илисто-песчаная на глинисто-скелетных продуктах

выветривания песчаников и известняков. Запасы гумуса в слое 0-100 см составляют 153 т/га, мелкозема 5184 т/га. Визуальная оценка дерева – 5 баллов.

Деревья *M. grandiflora* (№№ 10, 11) расположены на куртине № 221 в парке Монтедор на злаковом газоне. Почва на данной куртине характеризуется как агрокоричневая слабокарбонатная сильноскелетная тяжелосуглинистая на смешанном суглинистом делювии продуктов выветривания песчаников, глинистых сланцев с примесью известняков. Запасы гумуса в слое 0-100 см составляют 178 т/га, мелкозема 8432 т/га (Почвы парков..., 2018). Визуальная оценка деревьев – 4 балла.

M. kobus var. *borealis* (№ 12) произрастает на куртине № 53 в Верхнем парке Арборетума НБС. Крона дерева густая, сбалансированная, частично притеняемая зданием с восточной стороны. В подкроновом пространстве дерева подлесок образован аспидистрой высокой. Почва – агрокоричневая слабокарбонатная сильноскелетная легко- и среднеглинистая на продуктах выветривания глинистых сланцев с примесью известняков. Запасы гумуса в слое 0-100 см составляют 311 т/га, мелкозема 8967 т/га. Визуальная оценка дерева – 5 баллов.

M. grandiflora (№ 13) произрастает в парке «Алупкинский» на газоне юго-западнее Шуваловского корпуса (куртина № 20). Является старейшим экземпляром *M. grandiflora* на территории России. Ствол наклонен в юго-восточную сторону, крона раскидистая и не сбалансированная, основная масса ветвей расположена с юго-восточной и южной стороны. В кроне имеются сухие и биологически неграмотно обрезанные ветви (высокие спилы, сколы на поверхности). С юго-западной стороны ствола от его основания до уровня отхождения первой боковой ветви расположена глубокая полость с остатками сгнившей древесины и многочисленными ходами жуков-усачей (*Cerambyx cerdo* (Linnaeus, 1758)). Основание ствола увито плющом крымским. Визуальная оценка дерева – 2 балла.

M. grandiflora (№ 14) произрастает в парке «Алупкинский», дерево расположено восточнее Воронцовского дворца, на Партере в районе Скалы Потемкина (куртина № 51). Крона дерева густая, сбалансированная. Под кроной

дерева растительность отсутствует, за ее пределами почва задернена злаковым газоном. Визуальная оценка дерева – 5 баллов.

M. grandiflora (№ 15) произрастает в парке «Алупкинский», дерево расположено юго-восточнее Воронцовского дворца, в районе водопада (куртина № 79). Крона дерева густая, сбалансированная. Под кроной дерева растительность отсутствует, за ее пределами почва задернена злаковым газоном. Визуальная оценка дерева – 4 балла.

M. grandiflora (№ 16) произрастает на территории Кампуса Образовательного центра «Сириус» в Имеретинской низменности. Дерево расположено рядом с пешеходной дорогой, почва в подкроновом пространстве задернена злаковым газоном. Визуальная оценка дерева – 5 баллов.

На *M. grandiflora* (№ 1) в первом варианте опыта было установлено 10 датчиков на высоте 0,15 м, во втором на высоте 1,2 м – 8 датчиков. В результате ультразвукового сканирования в первом варианте не выявлено разрушений (Рисунок 27). Во втором варианте сканирования процессы разрушения обнаружены на ранней стадии развития, локализованные в сердцевинной части дерева (Рисунок 28). Доля частичного разрушения древесины во втором варианте составляет около 5%.

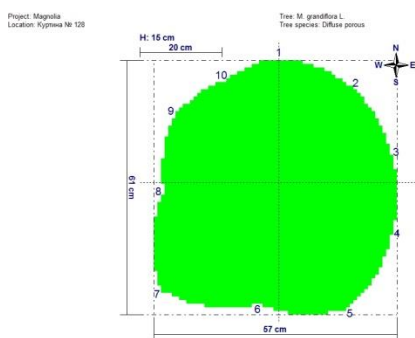


Рисунок 27 – Томограмма древесины
Magnolia grandiflora № 1 на высоте
0,15 м

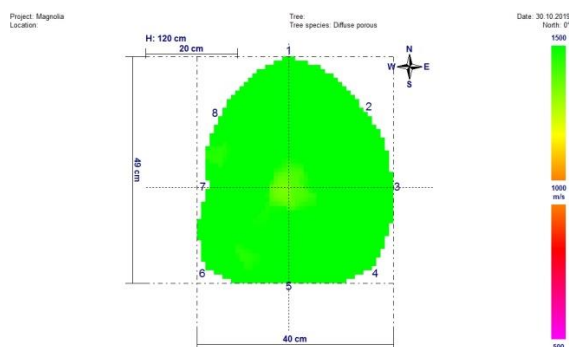


Рисунок 28 – Томограмма древесины
Magnolia grandiflora № 1 на высоте
1,2 м

Условные обозначения:



- древесина без деструкции
- начальная стадия
деструкции



- разрушенная древесина
- пустоты

На *M. grandiflora* (№ 2) в первом варианте опыта было установлено 8 датчиков на высоте 0,15 м, во втором на высоте 1,0 м – 7 датчиков. В результате ультразвукового сканирования в первом варианте не было выявлено разрушений (Рисунок 29). Во втором варианте сканирования процессы разрушения обнаружены на ранней стадии развития, локализованные в сердцевинной, восточной и южной частях древесины (Рисунок 30). Доля подвергшейся разрушению древесины во втором варианте составляет 70%.

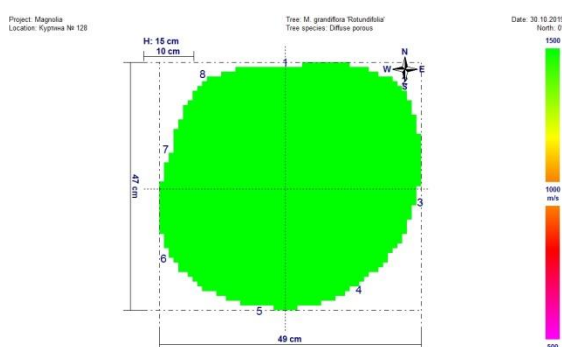


Рисунок 29 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* 'Rotundifolia' № 2 на высоте 0,15 м

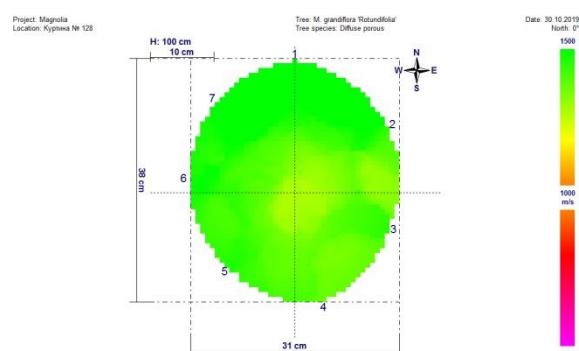


Рисунок 30 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* 'Rotundifolia' № 2 на высоте 1,0 м

На *M. grandiflora* (№ 3) в первом варианте опыта было установлено 13 датчиков на высоте 0,15 м, во втором на высоте 1,3 м – 12 датчиков. В результате ультразвукового сканирования в первом варианте были обнаружены секторальные разрушения на ранней стадии развития в флоэме и ксилеме, наиболее сконцентрированные в восточной части ствола (Рисунок 31). Доля подверженной деструкции древесины составляет около 25%. Во втором варианте сканирования процессы разрушения находятся на ранней стадии, локализованные в сердцевине и, частично, в ксилеме (Рисунок 32). Доля подвергшейся разрушению древесины составляет около 10%.

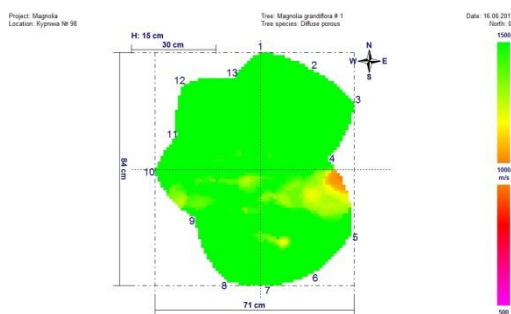


Рисунок 31 – Томограмма древесины
Magnolia grandiflora № 3 на высоте
0,15 м

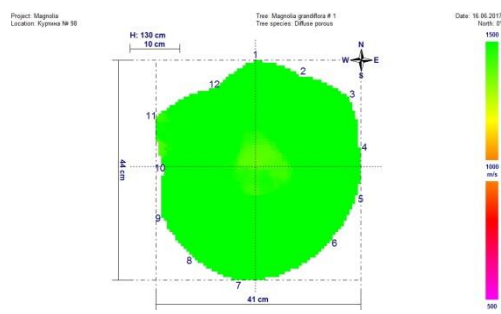


Рисунок 32 – Томограмма древесины
Magnolia grandiflora № 3 на высоте
1,3 м

На *M. grandiflora* (№ 4) в первом и втором вариантах опыта на высотах 0,2 м и 1,3 м было установлено 13 датчиков. В результате ультразвукового сканирования в первом варианте были обнаружены разрушения на ранней стадии во флоэме в юго-восточной части ствола и в сердцевине (Рисунок 33). Доля подвергшейся разрушению древесины составляет 12%. Во втором варианте разрушения на начальной стадии выявлены во флоэме в юго-восточной и северной частях ствола (Рисунок 34). Доля разрушенной древесины составляет около 5%.

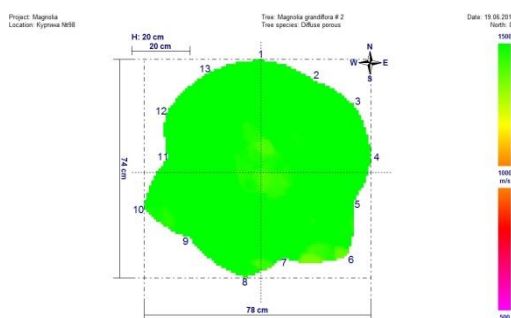


Рисунок 33 – Томограмма древесины
Magnolia grandiflora № 4 на высоте
0,2 м

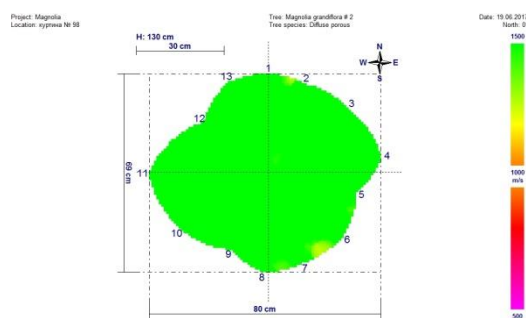


Рисунок 34 – Томограмма древесины
Magnolia grandiflora № 4 на высоте
1,3 м

На *M. grandiflora* (№ 5) в первом варианте опыта было установлено 13 датчиков на высоте 0,2 м, во втором на высоте 1,3 м – 11 датчиков. В первом варианте были обнаружены незначительные разрушения, локализованные во

флоэме и ксилеме в юго-западной части ствола (Рисунок 35). Доля частично разрушенной древесины составляет 10%. Во втором варианте незначительные разрушения, расположенные секторально в сердцевине, ксилеме и, частично, флоэме в северной и северо-западной части ствола (Рисунок 36). Доля частично разрушенной древесины составляет около 35%.

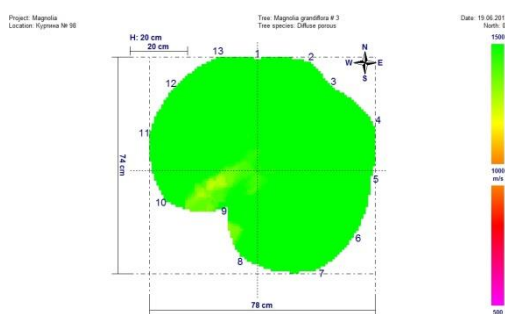


Рисунок 35 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* № 5 на высоте 0,2 м

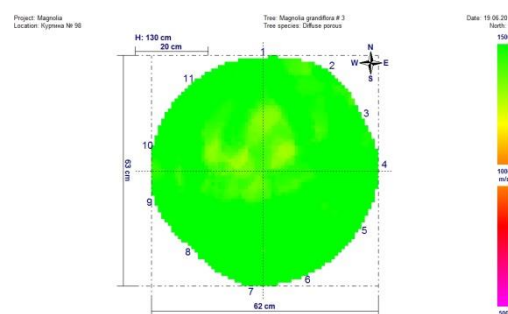


Рисунок 36 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* № 5 на высоте 1,3 м

На *M. grandiflora* (№ 6) в первом варианте опыта было установлено 7 датчиков на высоте 0,2 м, во втором на высоте 1,2 м – 6 датчиков. В первом варианте обнаружены значительные разрушения в сердцевине и ксилеме вокруг нее, а также незначительные разрушения в западной части ствола (Рисунок 37). Доля разрушенной древесины составляет около 62%. Во втором варианте сканирования ствола разрушения не обнаружены (Рисунок 38).

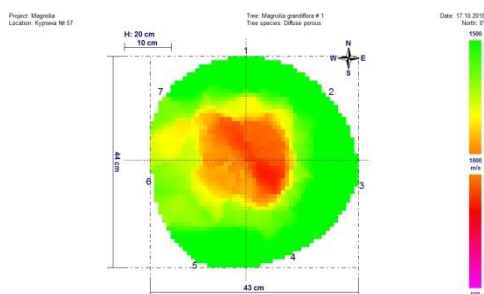


Рисунок 37 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* № 6 на высоте 0,2 м

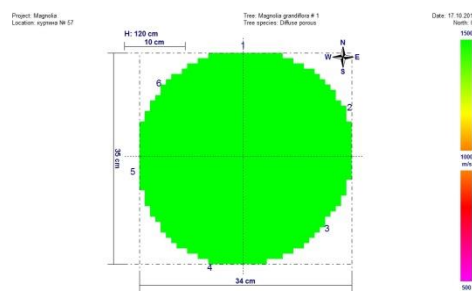


Рисунок 38 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* № 6 на высоте 1,2 м

На *M. grandiflora* (№ 7) в первом варианте опыта было установлено 10 датчиков на высоте 0,2 м, во втором на высоте 1,2 м – 8 датчиков. В результате двух вариантов сканирования разрушения не обнаружены (Рисунки 39, 40).

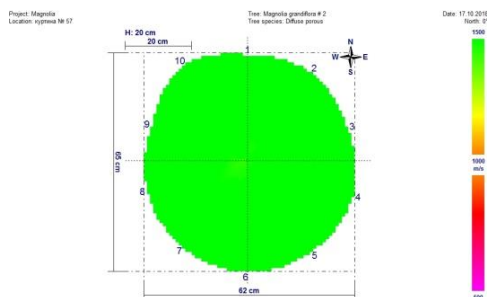


Рисунок 39 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* № 7 на высоте 0,2 м

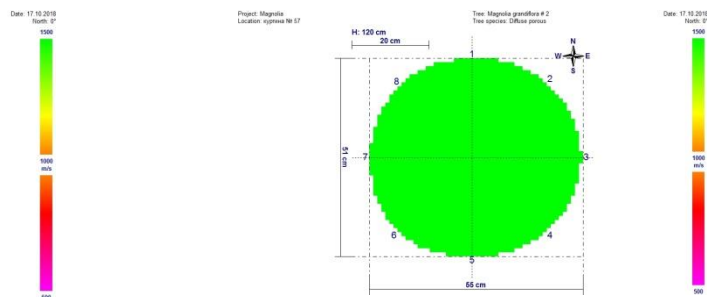


Рисунок 40 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* № 7 на высоте 1,2 м

На *M. grandiflora* (№ 8) в первом варианте опыта было установлено 11 датчиков на высоте 0,2 м, во втором на высоте 1,2 м – 9 датчиков. В первом варианте были обнаружены разрушения в сердцевине и примыкающей к ней ксилеме с северо-восточной стороны (Рисунок 41). Доля разрушенной древесины составляет 33%. Во втором варианте сканирования разрушения не обнаружены (Рисунок 42).

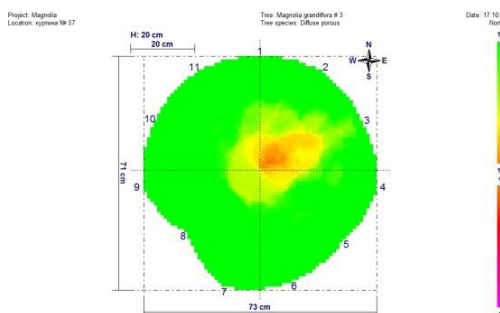


Рисунок 41 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* № 8 на высоте 0,2 м

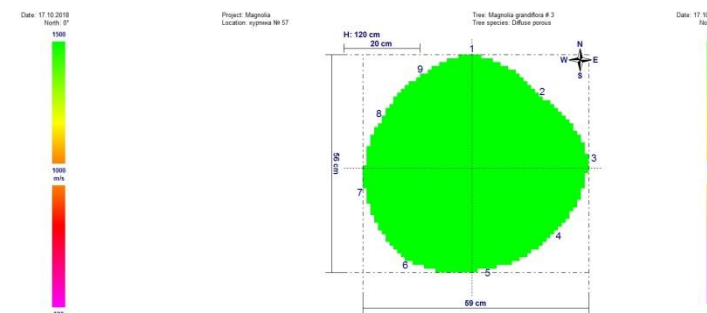


Рисунок 42 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* № 8 на высоте 1,2 м

На *M. grandiflora* (№ 9) в первом варианте опыта было установлено 13 датчиков на высоте 0,1 м, во втором на высоте 1,3 м – 9 датчиков. В первом варианте обнаружены значительные разрушения с пустотами в сердцевине, ксилеме и флоэме (Рисунок 43). Доля разрушенной древесины составляет 76%. Во втором варианте сканирования ствола разрушения не обнаружены (Рисунок 44).

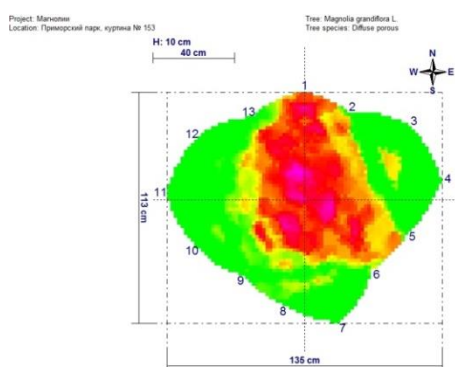


Рисунок 43 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* 'Hartwissiana' № 9 на высоте 0,1 м

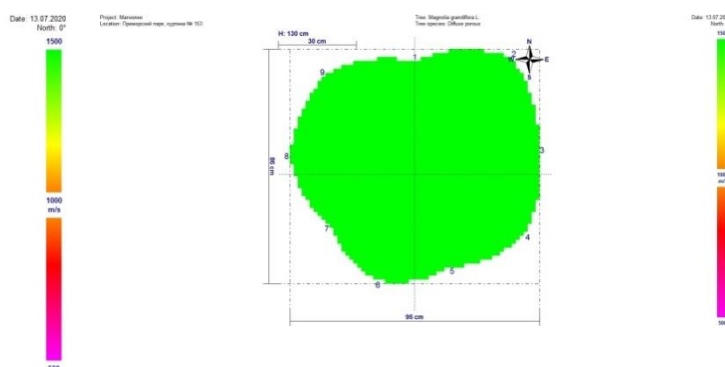


Рисунок 44 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* 'Hartwissiana' № 9 на высоте 1,3 м

На *M. grandiflora* (№ 10) в первом варианте опыта было установлено 9 датчиков на высоте 0,15 м, во втором на высоте 1,1 м – 8 датчиков. В результате двух вариантов сканирования разрушения не обнаружены (Рисунки 45, 46).

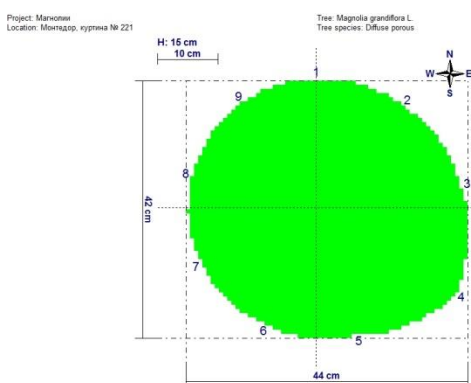


Рисунок 45 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* № 10 на высоте 0,15 м

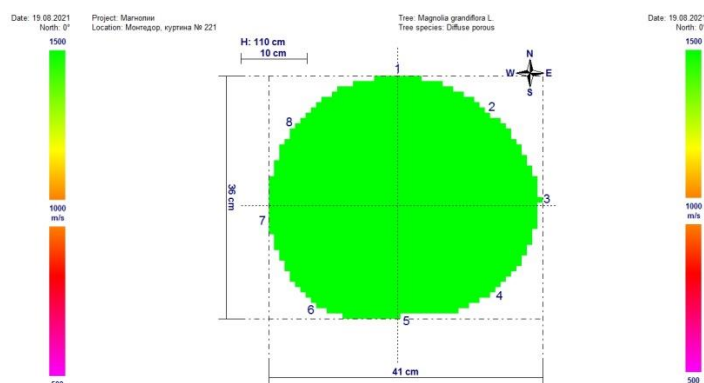


Рисунок 46 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* № 10 на высоте 1,1 м

На *M. grandiflora* (№ 11) в первом варианте опыта было установлено 10 датчиков на высоте 0,1 м, во втором на высоте 1,1 м – 8 датчиков. В результате двух вариантов сканирования разрушения не обнаружены (Рисунки 47, 48).

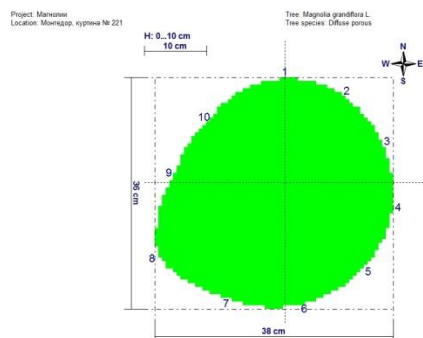


Рисунок 47 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* № 11 на высоте 0,1 м

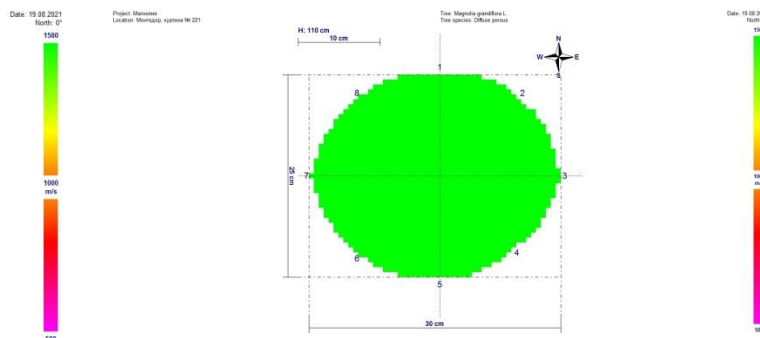


Рисунок 48 – Томограмма древесины *Magnolia grandiflora* № 11 на высоте 1,1 м

На *M. kobus* var. *borealis* (№ 12) в первом варианте опыта было установлено 7 датчиков на высоте 0,2 м, во втором на высоте 1,0 м – 7 датчиков. В результате двух вариантов сканирования разрушения не обнаружены (Рисунки 49, 50).

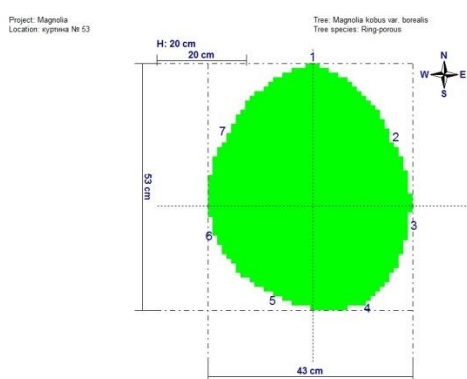


Рисунок 49 – Томограмма древесины *Magnolia kobus* var. *borealis* № 12 на высоте 0,2 м

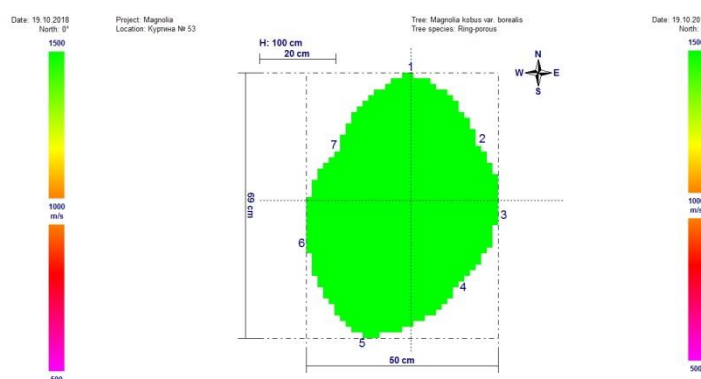


Рисунок 50 – Томограмма древесины *Magnolia kobus* var. *borealis* № 12 на высоте 1,0 м

На *M. grandiflora* № 13 было установлено 11 датчиков на высоте 0,1 м. В тканях древесины, примыкающих к открытой полости, обнаружены значительные

разрушения с пустотами (Рисунок 51). Доля разрушенной древесины составляет 82 %.

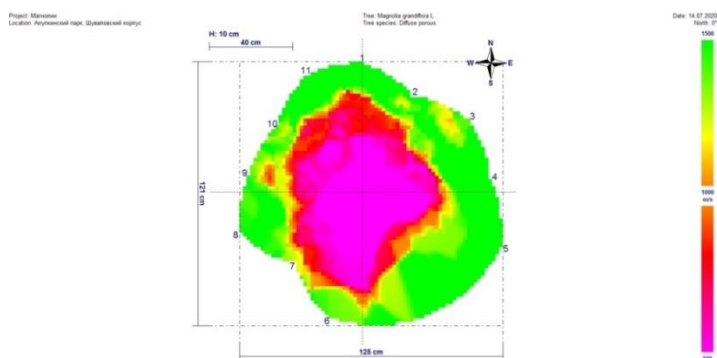


Рисунок 51 – Томограмма древесины
Magnolia grandiflora № 13 на высоте 0,1 м

На *M. grandiflora* № 14 было установлено 12 датчиков на высоте 0,4 м. В результате сканирования зафиксированы незначительные разрушения, расположенные секторально в сердцевине, ксилеме и флоэме (Рисунок 52). Доля частично разрушенной древесины составляет 22%.

На *M. grandiflora* № 15 было установлено 12 датчиков на высоте 0,1 м. В результате сканирования зафиксированы незначительные разрушения, расположенные под камбием в южной части (Рисунок 53). Доля частично разрушенной древесины составила 3%.

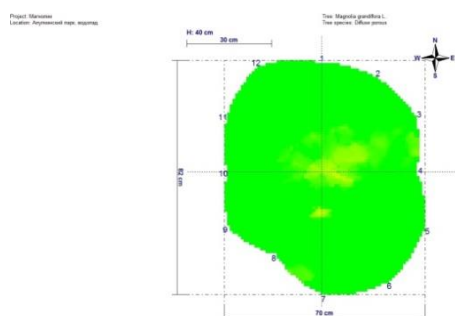


Рисунок 52 – Томограмма древесины
Magnolia grandiflora № 14 на высоте
0,4 м

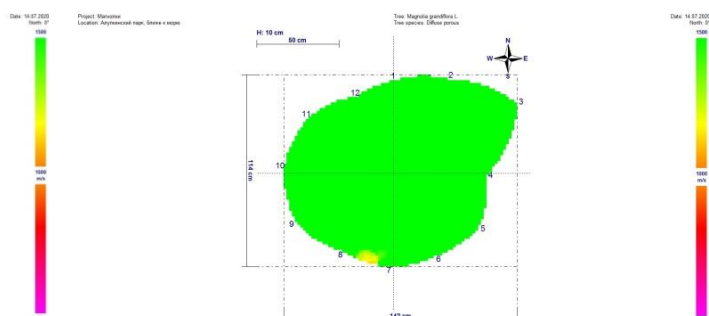


Рисунок 53 – Томограмма древесины
Magnolia grandiflora № 15 на высоте
1,2 м

M. grandiflora № 16 – установлено 7 датчиков на высоте 0,2 м. В результате проведенного сканирования разрушения не обнаружены (Рисунок 54).

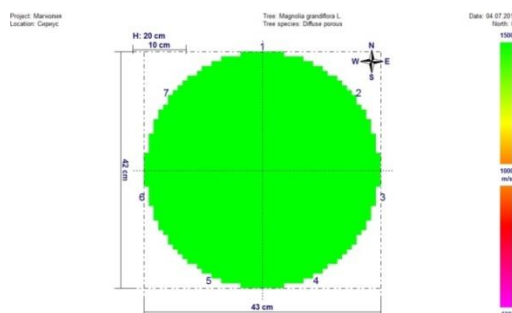


Рисунок 54 – Томограмма древесины
Magnolia grandiflora № 16 на высоте 0,2 м

Полученные данные визуального осмотра деревьев магнолий и пространственной импульсной томографии древесины, в большинстве случаев имеют разную оценку (Таблица 17). Только у четырех экземпляров деревьев (№№ 1, 5, 13, 16) совпали оценки жизненного состояния, полученные в результате использования двух методов исследования. В целом, средний балл по визуальной оценке составил 3,87, по результатам пространственной импульсной томографии – 3,69 балла.

Абиотические факторы являются наиболее важными факторами, определяющими специфику и возможности интродукции различных видов растений. В большинстве случаев у интродуцированных растений отмечаются заметные изменения в динамике роста и развития, возрастных пределов долголетия, снижается уровень устойчивости к биотическим факторам.

Таким образом, в результате проведенной импульсной томографии 16 деревьев магнолий в Арборетуме НБС, парке «Алупкинский» и Имеретинской низменности наиболее значительные разрушения древесины были зафиксированы у четырех экземпляров *M. grandiflora*, произрастающих в Арборетуме НБС и парке «Алупкинский» (возраст деревьев: 171, 130, 108 и 187 лет). Установлено, что развитие микогенных деструкций в древесине *M. grandiflora* в основном

локализовано в комлевой части ствола. Также наблюдается прямая зависимость наличия и степени разрушения древесины *M. grandiflora* от возраста деревьев.

Таблица 17 – Сравнительный анализ жизненного состояния магнолий с применением визуального осмотра и пространственной импульсной томографии

№ дерева	Высота места сканирования от основания ствола и уровень повреждения тканей древесины, %		Оценка жизненного состояния, балл	
	0,1-0,4 м	1,0-1,3 м	Визуально	Импульсная томография
1	0	5	4	4
2	0	70	4	2
3	25	10	4	3
4	12	5	3	4
5	10	35	3	3
6	62	0	3	2
7	0	0	4	5
8	33	0	4	3
9	76	0	5	2
10	0	0	4	5
11	0	0	4	5
12	0	0	4	5
13	82	-	2	2
14	22	-	5	4
15	3	-	4	5
16	0	-	5	5

Применение импульсной томографии деревьев магнолий позволяет определять их жизненное состояние в условиях интродукции. При снижении жизненных параметров отдельных деревьев могут быть использованы агротехнические приемы, повышающие их уровень. С целью разработки приемов по сохранению старовозрастных деревьев магнолий, необходим регулярный мониторинг жизненного состояния с использованием пространственной импульсной томографии в комплексе с визуальным осмотром.

РАЗДЕЛ 5 БИОЛОГИЯ ЦВЕТЕНИЯ И ПЛОДОНОШЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *MAGNOLIA* L. НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

5.1 Насекомые-опылители магнолий

Для большей части видов магнолий, включая *M. grandiflora*, характерна протогиния, для *M. kobus* и *M. × soulangeana* – протоандрия. Магнолии относятся к энтомофильным растениям и их основными насекомыми-опылителями являются представители семейства Coleoptera (Dieringer, Delgado, 1994). Жуки питаются в ночное время рыльцами, пыльцой и мясистыми частями околоцветника, проникая в закрытые и полуоткрытые цветки, когда рыльца карпелл готовы к восприятию пыльцы (Dieringer, Espinosa, 1994; Yasukawa et al., 1992). Впервые Ф. Дельфино (Delpino, 1873) наблюдал опыление цветков магнолии жуками, позднее и другие ученые относили жуков к основным опылителям (Engler, Prantl, 1888; Daumann, 1930; Heiser Jr., 1962; Baker, Hurd, 1968; Faegri, van der Pijl, 1979). Цветкам магнолий характерен термогенез, в ночное время их температура выше окружающей на 6,0°C-10,6°C, что привлекает насекомых. Тепло генерируется лепестками, гинецеем и пыльниками. Цветки многих видов магнолий узкоспециализированы для опыления жуками. Эти механизмы специализации заключаются в продуцировании большого количества пищи для жуков, которая малодоступна для других видов насекомых (Thien, 1974).

Ранее были классифицированы насекомые, регулярно посещающие цветки *M. grandiflora* в природных фитоценозах, к ним были отнесены представители семейства Cantharidae – *Chauliognathus marginatus* (Fabricius, 1775), семейства Dermestidae – *Anthrenus flavipes* (LeConte, 1854), семейства Mordellidae – *Tomoxia* sp., семейства Nitidulidae – *Conotelus obscurus* (Erichson, 1843), семейства Scarabeidae – *Macroductylus subspinosus* (Fabricius, 1775), *Trichiotinus bibens* (Fabricius, 1775), *Trichiotinus piger* (Fabricius, 1775), *Popillia japonica* (Newman,

1841) (Heiser Jr., 1962). Предположительно насекомыми-опылителями *M. grandiflora* в природных популяциях южной Луизианы помимо представителей семейства Coleoptera, также являются некоторые пчелы – *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758), *Lasioglossum bruneri* (Crawford, 1902) (Allain, Zavada, Matthews, 1999). Наиболее часто собираемыми насекомыми на цветках *M. grandiflora* во Флориде являются представители семейства Staphylinidae, не наблюдающиеся в других регионах Северной Америки. Также были обнаружены медоносные пчелы, пчелы-плотники и мухи-журчалки (*Syphidae* sp., *Mesograpta marginata* (Say), *Metasyrphus* sp.). На цветках *M. grandiflora* в Северной Америке из насекомых-опылителей преобладают представители рода *Conotelus* (Heiser Jr., 1962).

Восточноазиатские виды магнолий отличаются от североамериканских отсутствием закрытия цветка в ночное время в женской фазе. Японские ученые изучали насекомых-опылителей на восьми видах восточно-азиатских магнолий и пришли к выводу, что некоторые представители семейств Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, включая медоносных пчел, являются их опылителями. Установлено, что основным опылителем для *M. kobus* var. *borealis* является восточноазиатский вид шмеля – *Bombus ignitus* (Ishida, 1996). Представители 19 родов семейства Diptera, питающиеся пыльцой, были обнаружены на пяти видах японских магнолий (Yasukawa et al., 1992).

В коллекции магнолий Ботанического сада им. А.В. Фомина (г. Киев) в качестве основных опылителей листопадных магнолий выделяют бронзовок (*Cetonia* sp.), блестянок (*Conotelus obscurus* (Erichson, 1843)), жуков-усачей (*Strangalina luteicornis* (Fabricius, 1775)). Основными опылителями *M. kobus* являются блестянки (Минченко, Коршук, 1987). В условиях ЧПК на 10 видах и разновидностях листопадных магнолий был отмечен только один вид насекомого-опылителя – розанный трипс (*Thrips fuscipennis* Haliche) из семейства Thysanoptera (Романов, Карпун, Бобров, 2005). В условиях Юго-Востока Украины (г. Запорожье) на цветках *M. kobus* и *M. × soulangeana* наблюдались медоносные пчелы (*Apis mellifera*), шмели (*Bombus* sp.), осы (*Odynerus parietum* (Linnaeus, 1758)) (Григоренко, 2001). В Северной Буковине (г. Черновцы) на шести видах,

гибридах и садовых формах листопадных магнолий к насекомым-опылителям были отнесены – булавник беленовый (*Corizus hyosciami* (Linnaeus, 1758)) из семейства Rhopalidae, златоглазка обыкновенная (*Chrysopa vulgaris* (Stephens, 1836)), представители семейства Apidae (Термена, 1972, 1992). В коллекции Ботанического сада-института БСО РАН (г. Владивосток) на цветках листопадных магнолий к насекомым-опылителям были отнесены представители пяти отрядов и десяти семейств – медоносные пчелы (*Apis mellifera*), шмели (*Bombus* sp.), *Lasiopsis golovjankoi* (Medvedev, 1951), восковик полосатый (*Trichius fasciatus* Linnaeus, 1758), бронзовки (*Cetonia magnifica* (Ballion, 1870), *Cetonia pilifera* (Motschulsky, 1860)), жуки-узконадкрылки (*Anogcodes coarctatus* (Germar, 1824)), жуки-цветоеды (*Anthomomus* sp.), коровки (*Coccinella* sp.), стрекозы-коромысла (*Aeshna* sp.), доминирующими в количественном соотношении были представители отряда Hymenoptera (Каменева, 2018). Проводимые ранее наблюдения за энтомофауной на магнолиях в Арборетуме НБС, позволили выявить на цветках *M. grandiflora* представителей рода бронзовка (*Cetonia* L.) и уховертку (*Forficula smyrnensis* (Audinet-Serville, 1839)), отнесенные к эффективным опылителям. На цветках *M. kobus* и *M. × soulangeana* насекомые не выявлялись (Тер-Погосян, 2005).

В результате проведенных наблюдений за энтомофауной на цветках *M. grandiflora* в условиях ЮБК был впервые определен их видовой состав, включающий шесть видов из трех отрядов (Diptera, Hymenoptera, Coleoptera). Цветки наиболее активно посещаются в утренние часы (с 6 до 10 часов) медоносными пчелами (Рисунок 55), а также единичными особями мухи-журчалки (*Syrphus* sp.), когда на рыльцах присутствует стигматическая жидкость (Шевченко, Тер-Погосян, 2007). Затем, в дневное время наблюдались единичные особи осы обыкновенной (*Vespula vulgaris* (Linnaeus, 1758)), бронзовки вонючей (*Oxythyrea funesta* (Poda, 1761)) и бронзовки золотистой (*Cetonia aurata* (Linnaeus, 1758)), питающихся пыльцой и пыльниками (Рисунки 56, 57). В течение дня единичные цветки *M. grandiflora* посещались муравьями (*Crematogaster schmidtii* (Mayr, 1853)), питающихся стигматической жидкостью на рыльцах (Рисунок 58).



Рисунок 55 – *Apis mellifera* на цветке
Magnolia grandiflora



Рисунок 56 – *Oxythyrea funesta* на
цветке *Magnolia grandiflora*



Рисунок 57 – *Cetonia aurata* на цветке
Magnolia grandiflora



Рисунок 58 – *Crematogaster schmidtii* на
цветке *Magnolia grandiflora*

Перечисленные выше насекомые, посещающие цветки магнолий в различных культурфитоценозах, ведут дневной образ жизни. Некоторые ученые считают таких насекомых не эффективными опылителями цветков магнолий по причине не восприятия рыльцем карпелл пыльцы, когда лепестки венчика раскрыты (Thien, 1974). Другие ученые для *M. grandiflora* не исключают возможность самоопыления (Sukumaran, Khanduri, Sharma, 2020). На цветках *M. kobus* и *M. × soulangeana* на ЮБК насекомые не были обнаружены, что, вероятнее всего связано с их ранним периодом цветения и отсутствием лета потенциальных насекомых-опылителей. В тоже время для данных видов магнолий характерно ежегодное формирование единичных плодов в условиях

ЮБК. По этой причине, для раннецветущих листопадных магнолий может быть свойственна анемофилия (Тахтаджян, 1980; Минченко, Коршук, 1987; Григоренко, 2001). Таким образом, полученные результаты позволяют полагать, что медоносные пчелы являются основными опылителями *M. grandiflora* в условиях ЮБК.

5.2 Особенности плодоношения и семенная продуктивность

Многие исследователи относят листопадные магнолии к трудноукореняемым видам. К тому же следует отметить важность получения растений из семян местной репродукции, которое повышает устойчивость дальнейших поколений к неблагоприятным факторам в условиях интродукции (Минченко, Коршук, 1987; Термена, Турлай, 1992; Гузь, Шовган, 2010).

Получение качественного семенного материала – показатель репродуктивной возможности растений, который зависит от ряда факторов: морфогенетических, генетических, физиологических, антропоэкологических, экологических (Erdelska, 1999; Яндовка, 2012).

Интенсивность плодоношения во многом определяется интенсивностью цветения и жизнеспособностью пыльцы. Обилие цветения зависит от климатических условий вегетационного периода года, предшествующего цветению, поскольку листопадные магнолии формируют генеративные почки по озимому типу (Сергеев, Сергеева, Мельников, 1961). Обильность плодоношения, размеры плодов и семян варьируют в зависимости от климатических условий года и места интродукции (Федорова, 2012). Е.П. Слипушенко (1963) отмечает, что плоды *M. kobus* во Львове значительно крупнее, чем на ЧПК.

В условиях ЮБК интенсивность цветения у *M. grandiflora* за три года наблюдений в среднем составила 4,0 балла, у *M. kobus* – 4,2, у *M. × soulangeana* – 4,0. Отмечено, что ежегодным стабильным плодоношением в условиях ЮБК характеризуется *M. grandiflora*. За этот же период наблюдений интенсивность

плодоношения при свободном опылении у *M. grandiflora* составила 4,3 балла. Листопадные магнолии на ЮБК формируют плоды и полноценные семена не регулярно, но в отдельные годы интенсивность плодоношения может достигать у *M. kobus*, включая разновидности и садовые формы – 1,0 балл, у *M. × soulangeana*, включая садовые формы – 1,9 балла. Для сравнения, интенсивность цветения *M. kobus* в коллекции Запорожского государственного университета составила 1,2–3,6 балла, интенсивность плодоношения – 1,2–1,8 балла, у *M. × soulangeana* – 4,0 и 1,0 балл, соответственно (Григоренко, 2000).

Ниже приведены фотографии многолисточков изучаемых магнолий коллекции Арборетума НБС (Рисунок 59).



Magnolia grandiflora



Magnolia × soulangeana 'Alexandrina'



Magnolia kobus



Magnolia kobus var. *loebneri*

Рисунок 59 – Многолисточки магнолий

Потенциальная семенная продуктивность является базовой величиной для оценки семенной репродукции, эта величина мало зависит от внешних условий среды, она является верхним пределом семенной продуктивности вида и характеризует его потенциальные возможности (Каменева, 2015).

Ранее было установлено, что на ЮБК *M. grandiflora* плодоносит регулярно, при свободном опылении завязываемость семян составляет более 50%. Одной из причин низкой завязываемости семян у *M. kobus* на ЮБК является отсутствие насекомых-опылителей. При свободном опылении коэффициент семенной продуктивности составил 4%, при искусственном опылении – около 60% (Шевченко, Тер-Погосян, 2007; Шевченко, 2010).

На ЮБК *M. kobus* и *M. × soulangeana*, включая разновидности и садовые формы, в период проведения исследований формировали плоды с единичными семенами не ежегодно. По этой причине, для определения семенной продуктивности *M. kobus* и *M. × soulangeana* были использованы плоды, собранные в частной коллекции в с. Перевальное (Предгорный Крым). В условиях ЮБК потенциальная семенная продуктивность у *M. grandiflora* составила 124–233 семязачатков на одну многолистовку, фактическая семенная продуктивность – 6–74. Коэффициент семенной продуктивности у *M. grandiflora* составил $14,9 \pm 5,2\%$. В условиях Предгорного Крыма потенциальная семенная продуктивность у *M. kobus* составила 24–68 семязачатков на одну многолистовку, фактическая семенная продуктивность – 1–15, у *M. × soulangeana* – 30–76 и 6 – 48, соответственно. Коэффициент семенной продуктивности у *M. kobus* составил $11,8 \pm 3,6\%$, у *M. × soulangeana* – $31,3 \pm 8,1\%$ (Таблица 18). В условиях ЮБК фактическую семенную продуктивность *M. grandiflora* можно охарактеризовать как низкую. Относительно низкие показатели семенной продуктивности *M. grandiflora* компенсируются за счет высокой урожайности плодов и, соответственно, большого количества семян на одном растении, даже при низком коэффициенте продуктивности образуется достаточное количество полноценных семян для обеспечения процессов семенного возобновления.

Таблица 18 – Потенциальная и фактическая семенная продуктивность
магнолий

Вид	Потенциальная семенная продуктивность (шт.)		Фактическая семенная продуктивность (шт.)		Коэффициент продуктивности (%)	
	Ср.	Min. – Max.	Ср.	Min. – Max.	Ср.	Min. – Max.
<i>M. grandiflora</i> (ЮБК)	176,0±18,7	124 – 233	26,3±7,5	6 – 74	14,9±5,2	4,8 – 31,8
<i>M. kobus</i> (Предгорный Крым)	46,0±4,3	24 – 68	5,4±1,2	1 – 15	11,8±3,6	4,2 – 22,1
<i>M. × soulangeana</i> (Предгорный Крым)	46,7±5,8	30 – 76	14,6±2,5	6 – 48	31,3±8,1	20,0 – 63,2

Семенная продуктивность магнолий ранее изучалась в различных культурфитоценозах. В коллекции Ботанического сада им. А.В. Фомина (г. Киев) регулярным плодоношением характеризуются многие виды листопадных магнолий, в том числе *M. kobus* с коэффициентом продуктивности ~50% (Коршук, Палагеча, 2007). В дендрологической коллекции Запорожского государственного университета коэффициент семенной продуктивности у *M. kobus* составил 37,8±4,12%, у *M. × soulangeana* – 21,1±3,06% (Григоренко, 2000). В условиях Владивостока коэффициент семенной продуктивности *M. kobus* в среднем составил 14,8% (Каменева, 2018), что вполне сопоставимо с показателями в условиях ЮБК.

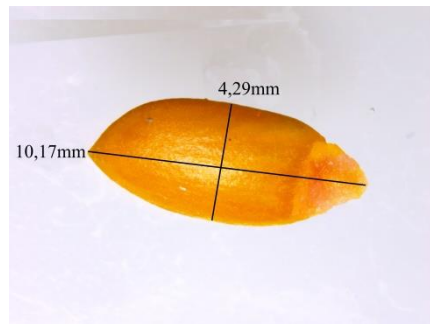
Следует отметить, что у всех генеративных экземпляров магнолий в условиях Арборетума НБС в большинстве листовок формируется по одному семени. У одного экземпляра *M. × soulangeana* 'Alexandrina' наиболее урожайным был 2019 г., когда из созревших 54 многолисточков, с преобладающими односемянными листовками насчитывалось 83,0%, с двусемянными листовками – 13,2%, с равным количеством – 3,8%. Вероятнее всего это связано с хорошей

влагообеспеченностью в 2018 г. (годовое количество осадков 692,9 мм) в период закладки и развития генеративной сферы.

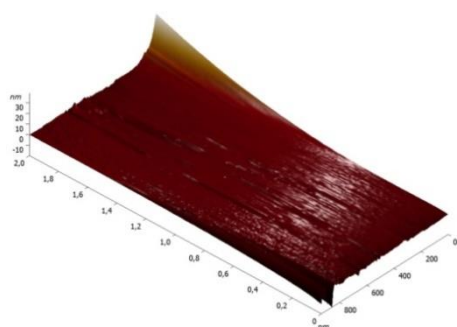
Ниже приведены фотографии семян магнолий (Рисунок 60).



Семя *Magnolia grandiflora* с
саркотестой

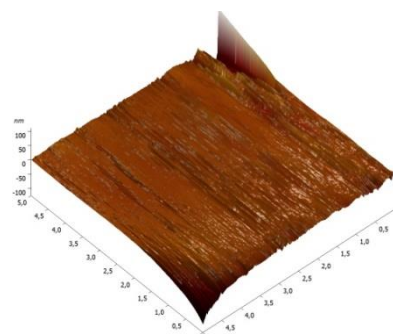


Семя *Magnolia grandiflora* без
саркотесты



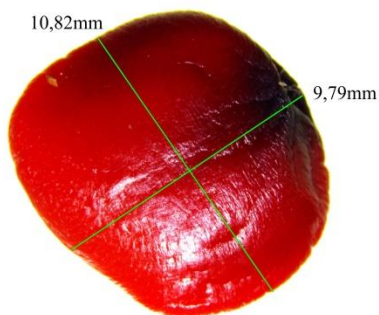
Поверхность семени

Magnolia grandiflora с саркотестой

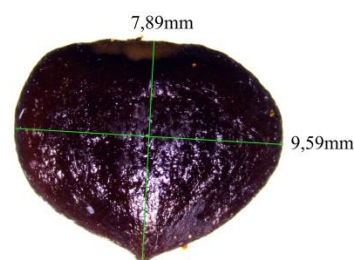


Поверхность семени

Magnolia grandiflora без саркотесты



Семя *Magnolia* × *soulangeana* с
саркотестой



Семя *Magnolia* × *soulangeana* без
саркотесты

Рисунок 60 – Семена магнолий

Важным аспектом генеративной сферы является также изучение в новых почвенно-климатических условиях морфометрических характеристик семян,

поскольку более мелкие семена обладают меньшим запасом питательных веществ и хуже прорастают. Магнолии переменны по размерам и массе семян и многолистовок. Внутривидовая изменчивость зависит от почвенно-климатических условий мест произрастания и уровня агротехники. Для внутривидового сравнения морфометрических параметров были взяты многолистовки и семена с магнолий, произрастающих в Арборетуме НБС, Ялте, с. Перевальное, Воронеже. Проводилось также сравнение по литературным данным с многолистовками и семенами магнолий из коллекций Ботанического сада им. А.В. Фомина (г. Киев), БСИ ДВО РАН (г. Владивосток) и Ботанического сада Запорожского государственного университета (Минченко, Коршук, 1987; Григоренко, 2000; Каменева, 2015).

Для характеристики качества семян, а следовательно, последующего семенного возобновления, важное значение имеет такая величина как масса 1000 семян. Это является показателем продуктивности и выполненности кондиционных по влажности семян. Падение величины массы 1000 семян свидетельствует о повышении процента невыполненных семян. Следует отметить, что выполненность семян является основной характеристикой их качества у древесных видов с длительным периодом прорастания, к которым относятся магнолии (Мэгайр, 1982).

В результате проведённых исследований было установлено, что у *M. grandiflora* наиболее крупные многолистовки сформировались на деревьях в частной коллекции в г. Ялта ($83,8 \pm 4,46$ г), семена – на дереве, произрастающем в Приморском парке НБС (масса 1000 семян – $245,42 \pm 12,65$ г). Наиболее крупные многолистовки и семена у *M. × soulangeana* 'Lennei' из с. Перевальное, имеющие массу $29,4 \pm 12,15$ г и $603,89 \pm 14,78$ г (1000 шт.), соответственно. Наиболее крупные многолистовки у *M. kobus* в коллекции Запорожского государственного университета (высота – 97,2 мм). Наиболее крупные семена (масса 1000 семян – 323,0 г) у *M. kobus* из Владивостока, что вероятнее всего связано с близкими природному ареалу почвенно-климатическими условиями данного региона (Таблица 19).

Таблица 19 – Морфометрические параметры многолистонок и масса семян магнолий

Вид	Происхождение	Возраст, лет	Многолистовка			Семя с саркотестой	
			Высота, мм	Диаметр, мм	Масса, г	Масса. г	Масса 1000 семян, г
<i>M. grandiflora</i>	Арборетум НБС	130	98,0±4,24	44,5±2,12	81,0±13,01	0,18±0,02	185,94±5,61
<i>M. grandiflora</i>	Ялта	35	82,5±15,59	48,1±6,37	83,8±4,46	0,2±0,04	199,71±10,57
<i>M. grandiflora</i> 'Hartwissiana'	Арборетум НБС	108	91,7±12,37	43,7±3,59	82,6±6,36	0,29±0,05	245,42±12,65
<i>M. kobus</i>	Арборетум НБС	40	36,2±12,78	14,1±3,29	15,8±8,53	0,28±0,03	269,2±8,79
<i>M. kobus</i>	Воронеж	20	34,5±4,56	12,8±3,62	14,2±5,31	0,23±0,03	235,33±15,25
<i>M. kobus</i>	Владивосток	-	72,0±8,0	21,0±0,6	-	-	323,0
<i>M. kobus</i>	Запорожье	-	97,2	-	-	-	225,5±3,23
<i>M. kobus</i>	Киев		30–120	10–25	-	-	348,0
<i>M. × soulangeana</i>	Арборетум НБС	91	85,5±7,78	27,2±4,95	26,4±6,25	0,54±0,08	490,71±18,47
<i>M. × soulangeana</i>	Запорожье	-	58,0	-	-	-	375,2±6,05
<i>M. × soulangeana</i> 'Alexandrina'	Арборетум НБС	91	59,6±18,89	27,2±4,63	18,4±15,77	0,29±0,05	261,2±11,74
<i>M. × soulangeana</i> 'Lennei'	Перевальное	20	116,2±5,06	37,3±4,5	29,4±12,15	0,6±0,03	603,89±14,78

Анализ морфометрических параметров семян магнолий коллекции Арборетума НБС показал следующие результаты. Семена (в саркотесте / без саркотесты) *M. grandiflora*: длина – 13,23 / 10,18 мм, ширина – 7,53 / 5,02 мм и толщина – 4,54 / 3,15 мм; *M. kobus*: длина – 10,72 / 8,77 мм, ширина – 9,44 / 8,25 мм, толщина – 7,1 / 4,18 мм; *M. × soulangeana*: длина – 10,62 / 9,48 мм, ширина – 9,76 / 7,76 мм, толщина – 7,12 / 4,05 мм. Проведя сравнение с морфометрическими параметрами семян по литературным данным, было установлено, что семена *M. kobus* в условиях Юго-Востока Украины немного крупнее, а в условиях Полесья Украины меньше, чем на ЮБК. Морфометрические параметры семян *M. × soulangeana* с ЮБК и Юго-Востока Украины имели минимальные различия (Таблица 20).

Таблица 20 – Морфометрические параметры семян магнолий

Длина, мм		Ширина, мм		Толщина, мм	
В саркотесте	Без саркотесты	В саркотесте	Без саркотесты	В саркотесте	Без саркотесты
<i>M. grandiflora</i> (Арборетум НБС)					
13,23±0,33	10,18±0,24	7,53±0,38	5,02±0,22	4,54±0,31	3,15±0,17
<i>M. kobus</i> (Арборетум НБС)					
10,72±0,23	8,77±0,35	9,44±0,28	8,25±0,33	7,1±0,39	4,18±0,3
<i>M. kobus</i> (БСИ ДВО РАН, г. Владивосток)					
-	9,0±0,1	-	8,0±0,2	-	-
<i>M. kobus</i> (Запорожский государственный университет)					
10,16±0,21	8,15±0,33	9,95±0,32	8,56±0,33	7,97±0,4	4,82±0,29
<i>M. kobus</i> (Ботанический сад им. А.В. Фомина, г. Киев)					
-	6,5–7,5	-	9,0–10,5	-	3,5–4,5
<i>M. × soulangeana</i> (Арборетум НБС)					
10,62±0,41	9,48±0,19	9,76±0,37	7,76±0,25	7,12±0,21	4,05±0,18
<i>M. × soulangeana</i> (Запорожский государственный университет)					
8,25±0,52	6,45±0,17	10,75±0,46	9,15±0,38	7,3±0,29	4,25±0,12

Таким образом, полученные результаты и их сравнительный анализ с литературными данными, показывают незначительные отклонения морфометрических параметров семян магнолий, что, вероятнее всего,

обусловлено различными почвенно-климатическими условиями районов интродукции.

5.3 Аллелопатические свойства саркотесты семян магнолий и семенное размножение

Важным звеном в процессе интродукции является получение растений из семян местной репродукции. Многие исследователи отмечают, что семенное размножение усиливает устойчивость последующих поколений к неблагоприятным факторам окружающей среды в результате активизации адаптационного процесса (Аврорин, 1956; Гурский, 1957; Некрасов, 1973; Лапин, 1974; Палагеча, 2011).

Аллелопатически активные вещества, выделяемые растениями, называют колинами (Грюммер, 1957; Гродзинский, 1965). В зависимости от химической природы и концентрации колины могут ингибировать и стимулировать рост растений-акцепторов. Наибольшее количество физиологически активных веществ освобождается при разложении отмирающих частей растений. Совместное действие этих веществ создает вокруг растения особую биохимическую сферу и оказывает влияние на рост растения-акцептора или других видов (Гродзинский, 1981; Rice, 1984). Выделение веществ в почву происходит в начале жизненного цикла растения и связано с разложением оболочек плода и семян (Börner, 1968). В большинстве выделяющиеся при этом колины выполняют ингибирующее действие на растения-акцепторы. Их значение сводится к более активному завоеванию ювенильными растениями жизненного пространства, что имеет большое значение в их борьбе за существование.

Семена магнолий покрыты красной или оранжевой саркотестой (экзотестой), содержащей ингибирующие вещества. Мясистая саркотеста магнолий препятствует пересыханию семян в период глубокого покоя. Аллелопатические свойства саркотесты *M. kobus*, *M. × soulangeana* и *M. acuminata*

ранее изучались Н.Ф. Минченко и Т.П. Коршук (1987). Было доказано ингибирующее действие саркотесты на прорастание семян кресс-салата и снижение концентрации ингибиторов в разлагающейся саркотесте. Также ингибирующие свойства саркотесты были подтверждены у других растений: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. (Martins et al., 2006), *Carica papaya* L. (de Jesus et al., 2016) и *Punica granatum* L. (de Carvalho et al., 2017). В этих работах разработаны и апробированы методики удаления саркотесты с поверхности семян перед их посевом или стратификацией.

Многие исследователи рекомендуют производить предпосевную подготовку семян магнолий, которая заключается в ручном удалении саркотесты, промывке под теплой водой с мылом для удаления эфиромасличного слоя, хотя мнения разноречивы. Затем семена помещаются во влажный мох-сфагнум и проходят стратификацию в холодильнике при +3°C...+5°C в течение 2-4 месяцев. Затем, в конце февраля из холодильника семена в теплицу с температурой +20°C...+25°C и хранят их там до образования корней. В марте проросшие семена пикируют в плодородный грунт в ящики и доращивают в теплице при температуре воздуха +18°C...+25°C. В июне сеянцы из ящиков пересаживают в открытый грунт, притеняя от прямых солнечных лучей. Посев этим способом в условиях Полесья Украины (г. Киев) обеспечивает всхожесть у *M. × soulangeana* 80-90%, у *M. kobus* и *M. kobus* var. *loebneri* – 70-90%. Следует отметить, что семена *M. kobus* и *M. kobus* var. *borealis* требуют более длительной стратификации. Их семена прорастают на 2-3 год после посева (Минченко, Коршук, 1987; Коршук, Палагеча, 2007; Палагеча, 2011). Считается, что удаление саркотесты перед посевом способствует более быстрому дозреванию семян (Afanasiev, 1937). Кроме того, по данным Г. Людвига, посевы семян с неудаленной оболочкой в значительной степени поражаются болезнями (Ludwig, 1980). По мнению других исследователей наиболее рациональным является осенний посев в открытый грунт на глубину 2-3 см с последующим мульчированием торфом и листьями. Метод перспективен для массового размножения *M. kobus* и *M. acuminata* (Гаранович, Шпитальная, 2016). Следует отметить, что специалистами НБС

данные аспекты не рассматривались, также отсутствует информация об особенностях ингибирующего действия саркотесты семян *M. grandiflora* и других видов магнолий. Понимание этих особенностей позволит разработать рекомендации по оптимизации способов хранения, предпосевной подготовки и посева семян некоторых видов и садовых форм магнолий.

Л.А. Каменева в условиях Владивостока сравнивала уровень всхожести семян магнолий с саркотестой и без нее. Указывается, что стратифицированные семена с саркотестой *M. kobus* в закрытом грунте обладают низкой всхожестью – 3,0%, семена без саркотесты не взошли. Семена *M. kobus* var. *borealis* не всходили во всех вариантах посевов. В открытом грунте после естественной стратификации всхожесть семян с саркотестой *M. kobus* и *M. kobus* var. *borealis* составила от 2,0 до 4,4%; семена без саркотесты не взошли. Грунтовая всхожесть семян после стратификации в течение четырех месяцев и весеннем посеве составила от 4,1 до 10,0%; семена без саркотесты не взошли (Каменева, 2018).

Для определения ингибирующей активности саркотесты семян магнолий был заложен лабораторный опыт с использованием водной вытяжки саркотесты пяти видов магнолий (*M. grandiflora*, *M. kobus*, *M. × soulangeana*, *M. stellata*, *M. tripetala*), в качестве контроля – дистиллированная вода (Гродзинский, 1965).

В варианте № 1 (контроль) через 12 часов после начала эксперимента было зафиксировано начало массового прорастания семян кресс-салата. Уже на 2-й день эксперимента у 50% семян начали формироваться корень и семядольные листья, еще у 50% лопнула семенная оболочка. На 5-й и 10-й дни эксперимента 100% семян сформировали нормальные семядольные листья и корни, выпадения не зафиксированы (Рисунок 61).



2-й день



5-й день



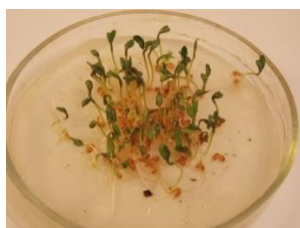
10-й день

Рисунок 61 – Динамика прорастания семян кресс-салата в контроле

В варианте № 2 (разлагающаяся саркотеста *M. grandiflora*) на 2-й день эксперимента у 40% семян начали формироваться корень и семядольные листья, у 47% лопнула семенная оболочка. На 5-й и 10-й дни эксперимента 100% семян сформировали нормальные семядольные листья и корни, выпадения не зафиксированы (Рисунок 62).



2-й день



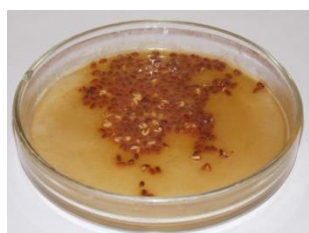
5-й день



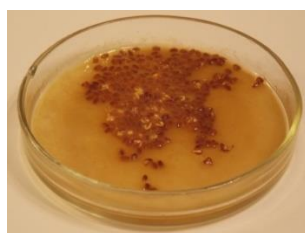
10-й день

Рисунок 62 – Динамика прорастания семян кресс-салата в водном растворе разлагающейся саркотесты *Magnolia grandiflora*

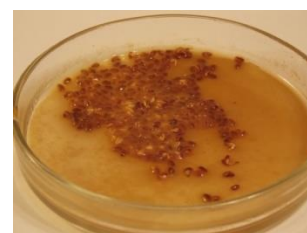
В варианте № 3 (свежая саркотеста *M. grandiflora*) на 2-й день эксперимента у 28% лопнула семенная оболочка, начал формироваться корень. На 5-й день эксперимента 57% семян проросли, семядольные листья не сформировались, корни не развиваются, выпад составил 37%. На 10 день отмечена гибель всех проростков при всхожести семян 57% (Рисунок 63).



2-й день



5-й день



10-й день

Рисунок 63 – Динамика прорастания семян кресс-салата в водном растворе свежей саркотесты *Magnolia grandiflora*

В варианте № 4 (свежая саркотеста *M. kobus*) на 2-й день эксперимента у 37% лопнула семенная оболочка, из них 14% начали формировать корень. На 5-й

день эксперимента 88% семян проросли, сформировав нормальные семядольные листья и корни, выпадения не зафиксированы. На 10 день выпадения отсутствуют при всхожести 88% (Рисунок 64).



2-й день



5-й день



10-й день

Рисунок 64 – Динамика прорастания семян кресс-салата в водном растворе свежей саркотесты *Magnolia kobus*

В варианте № 5 (свежая саркотеста *M. × soulangeana*) на 2-й день эксперимента у 14% лопнула семенная оболочка, из них 3% начали формировать корень, 2% - семядольные листья. На 5-й день эксперимента всхожесть составила 36%, выпадение – 30%. Сформировавшиеся проростки имели этиолированные семядольные листья и слаборазвитые корни. К 10 дню эксперимента погибли все проростки (Рисунок 65).



2-й день



5-й день



10-й день

Рисунок 65 – Динамика прорастания семян кресс-салата в водном растворе свежей саркотесты *Magnolia × soulangeana*

В варианте № 6 (свежая саркотеста *M. stellata*) на 2-й день эксперимента у 72% лопнула семенная оболочка, из них 24% начали формировать корень. На 5-й

день эксперимента всхожесть составила 72%, выпады составили 32%. На 10 день количество выпадов достигло 43% (Рисунок 66).



2-й день



5-й день



10-й день

Рисунок 66 – Динамика прорастания семян кресс-салата в водном растворе свежей саркотесты *Magnolia stellata*

В варианте № 7 (свежая саркотеста *M. tripetala*) на 2-й день эксперимента у 22% семян лопнула оболочка, из них 3% начали формировать корень. На фильтровальной бумаге начали формироваться колонии плесневых грибов (*Aspergillus niger* Tiegh.). На 5-й день эксперимента количество всходов не увеличилось, 4% проростков сформировали деформированные семядольные листья и 10% деформированные корни, выпады отсутствуют. На 10 день всхожесть составила 34%, корни и семядольные листья слаборазвитые, выпады отсутствуют (Рисунок 67).



2-й день



5-й день



10-й день

Рисунок 67 – Динамика прорастания семян кресс-салата в водном растворе свежей саркотесты *Magnolia tripetala*

В таблице 21 приведены обобщенные данные лабораторного опыта, характеризующие видовые особенности ингибирующего действия саркотесты пяти видов магнолий на семена кресс-салата.

Таблица 21 – Результаты лабораторного опыта по ингибирующей активности саркотесты магнолий

№	Варианты опыта	Проросшие семена / погибшие всходы, %								
		2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день	8 день	9 день	10 день
1	Контроль	100/ 0	100/ 0	100/ 0	100/ 0	100/ 0	100/ 0	100/ 0	100/ 0	100/ 0
2	<i>M. grandiflora</i> (разлагающаяся саркотеста)	87/0	100/ 0	100/ 0	100/ 0	100/ 0	100/ 0	100/ 0	100/ 0	100/ 0
3	<i>M. grandiflora</i>	28/0	35/0	57/0	57/ 37	57/ 61	57/ 77	57/ 93	57/ 100	57/ 100
4	<i>M. kobus</i>	37/0	63/0	88/0	88/0	88/0	88/0	88/0	88/0	88/0
5	<i>M. × soulangeana</i>	14/0	17/0	36/0	36/ 30	36/ 55	36/ 78	36/ 92	36/ 100	36/ 100
6	<i>M. stellata</i>	72/0	72/0	72/ 19	72/ 32	72/ 43	72/ 43	72/ 43	72/ 43	72/ 43
7	<i>M. tripetala</i>	22/0	22/0	22/0	22/0	26/0	30/0	34/0	34/0	34/0

В результате проведенного лабораторного опыта было установлено, что наибольшим ингибирующим действием обладает свежая саркотеста семян *M. × soulangeana*, при всхожести семян кресс-салата 36%, выпад проростков составил 100%. Из вариантов опыта со свежей саркотестой наименьшее ингибирующее действие отмечено у *M. kobus*, т.к. всхожесть семян кресс-салата составила 88% при отсутствии выпадов. Ингибирующие свойства разлагающейся саркотесты *M. grandiflora* полностью теряются, т.к. всхожесть семян кресс-салата составила 100%. Следовательно, в разлагающейся саркотесте содержание ингибиторов снижается. Свежая саркотеста *M. grandiflora* показала высокие ингибирующие свойства – всхожесть составила 57%, на 9 день опыта гибель всходов составила 100%.

Ранее другими исследователями в результате подобного эксперимента было установлено, что *M. kobus* и *M. × sowlangeana* имеют сильное ингибирующее действие, всхожесть семян кресс-салата составила 16% и 23%, соответственно (Минченко, Коршук, 1987). В результате наших исследований у саркотесты *M. kobus* ингибирующее действие было гораздо слабее (всхожесть семян кресс-салата 88%). Выяснение причин этого явления требует проведения дальнейших биохимических и физиологических исследований.

Способность к естественному возобновлению является важным показателем устойчивости древесных растений в новых районах культивирования, в условиях городской среды это один из надёжных критериев оценки перспективности интродуцированных видов для садово-паркового и зелёного строительства. В тоже время активное естественное возобновление древесных растений в последние годы рассматривается и с позиции актуальной экологической проблемы мирового масштаба проблемы фитоинвазий (Callaway, Aschehoug; 2000; Richardson et al., 2000; Виноградова, Майоров, Хорун, 2010; Виноградова, Майоров, Бочкин, 2015; Джус, 2010; Фирсов, Бялт, 2015). Расселение и натурализация чужеродных видов, внедрение их в природные сообщества, «вытеснение» представителей местной флоры наблюдаются во многих областях и регионах мира, в некоторых процессы представляют реальную угрозу аборигенным видам и естественной растительности (Солтани, 2016; Varanova, Bralgina, 2016; Чиндяева, Беланова, Киселёва, 2018; Солтани, Шильников, 2020), в том числе на территории Крыма (Багрикова, 2017; Скурлатова, Багрикова, 2019; Багрикова, Скурлатова, 2021). Имеются подтвержденные данные, что *M. kobus* и *M. obovata* из культурфитоценозов Южной Кореи, благодаря образованию обильного самосева, внедряются в естественные сообщества и признаются потенциально инвазионными видами (Kwon, Oh, 2015; Kwon et al., 2019).

Магнолии относятся к растениям, которым характерна орнитохория, также обычны случаи перемещения семян сильными ливнями (Khela, 2014a). На юго-востоке о-ва Кунашир в природном ареале *M. obovata* ее семена активно склевываются поползнями (*Sitta europaea roseilia* (Bonaparte, 1850)), которые

относятся к агентам экзоорнитохории. Основными агентами эндоорнитохории являются белоспинный дятел (*Dendrocopos leucotos subcirris* (Stejneger, 1886)), чёрный дятел (*Dryocopus martius martius* (Linnaeus 1758)) и кедровки (*Nucifraga caryocatactes macrorhynchos* (C.L.Brehm, 1823)) (Нечаев А.П., Нечаев В.А., 2007).

В культурфитоценозах Крыма не наблюдалась зоохория и формирование самосева у магнолий. В тоже время в коллекциях Ботанического сада им. академика А.В. Фомина (г. Киев) и БСО ДВО РАН (г. Владивосток) отмечалось образование самосева у *M. kobus* (Минченко, Коршук, 1987; Каменева, 2018), что вероятнее всего связано с более высоким коэффициентом увлажнения территории.

Для изучения полевой всхожести были использованы семена *M. grandiflora* из Арборетума НБС, *M. kobus* и *M. × soulangeana* из с. Перевальное (Предгорный Крым). На основании рекомендаций по предпосевной подготовке семян магнолий и их посеву, внеся некоторые дополнения, были заложены следующие полевые опыты. Не стратифицированные семена без саркотесты *M. grandiflora* высевались в I декаде января в закрытом грунте при температуре воздуха +19...+20°C. Первые всходы отмечались через 38 дней после посева, последние – через 118 дней. В итоге всхожесть составила 6,5%. Посев стратифицированных семян без саркотесты в открытый грунт во II декаде апреля дал первые всходы через 45 дней, при этом всхожесть составила 4,9%. Третий вариант заключался в хранении семян с саркотестой при температуре +2°C...+4°C и ее удалении непосредственно перед посевом в открытый грунт во II декаде февраля. В результате, через 85 дней после посева наблюдались первые всходы; всхожесть составила 18,3%.

Посев семян *M. kobus* производили во II декаде апреля в открытый грунт. В первый год посева всхожесть составила 1,5%, на второй год – 15,3% (через 395 дней после посева). Семена *M. × soulangeana* высевались в двух вариантах: стратифицированные в открытом грунте во II декаде апреля и нестратифицированные с удалением саркотесты перед посевом во II декаде февраля. В первом варианте всхожесть составила 5,9%, во втором – 40,1%.

Таким образом, полученные результаты позволяют полагать, что наиболее оптимальным способом семенного размножения *M. grandiflora*, *M. kobus* и *M. × soulangeana* на ЮБК, является посев в открытый грунт свежесобранных физиологически зрелых семян с саркотестой в осенний период с мульчированием посевов. В течение зимнего и ранне-весеннего периода разлагающаяся саркотеста теряет ингибирующие свойства. В условиях ЮБК также возможен посев в открытый грунт в поздне-зимний период с предварительным удалением саркотесты и мульчированием. Данные способы посева семян магнолий позволят оптимизировать временные и материальные затраты.

РАЗДЕЛ 6 ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *MAGNOLIA* L. НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА И В ПРЕДГОРНОМ КРЫМУ

Известно множество методов оценки результатов интродукции древесных растений, основанные на учете различных показателей, в той или иной мере актуальных при решении вопроса о перспективности растений для новых условий (Некрасов, 1980; Кохно, 1981; Плотникова, 1988; Карпун, 2004).

При подведении итогов интродукции определяется степень приспособленности растений к новым природно-климатическим условиям и насколько они сохраняют полезные для хозяйственного использования свойства и признаки. Анализ проводится на основе изучения особенностей их роста и развития, способности к семенному и вегетативному размножению, определения устойчивости к неблагоприятным условиям окружающей среды, а также к вредителям и болезням. Изучение интродуцентов предусматривает накопление данных о влиянии географического происхождения и экологических условий на характер их роста и развития (Некрасов, 1980).

При подведении итогов интродукции объектов исследования за основу была принята интегральная числовая оценка жизнеспособности интродуцентов, разработанная в Главном ботаническом саду в Москве (Лапин, Сиднева, 1973). По аналогии с другими исследователями (Штонда, 1982; Севертока, 1994; Ёзиев, 2020) применялась модифицированная шкала с корректировкой к местным условиям. В климатических условиях Крымского полуострова основными лимитирующими факторами интродукции растений являются высокие температуры воздуха в летний период и недостаточное увлажнение.

Исходя из этого, для условий ЮБК были выбраны следующие критерии: жарозасухоустойчивость, генеративная способность, скорость роста, долговечность, габитус, повреждения вредителями и болезнями, состояние древесины; для Предгорного Крыма: жарозасухоустойчивость, зимостойкость,

генеративная способность, скорость роста, долговечность, габитус, повреждения вредителями и болезнями. Критерий «состояние древесины» не применялся для агроклиматического района Предгорного Крыма, т.к. он базируется на пространственной импульсной томографии. Деревья магнолий в данном регионе имеют незначительные возрастные и габитуальные параметры.

Расчет акклиматизационного числа показал, что изучаемые интродуценты магнолий по группам перспективности распределились следующим образом: на ЮБК перспективной является *M. grandiflora*, включая садовые формы, *M. kobus* и *M. × soulangeana*, их разновидности и садовые формы менее перспективны, но могут быть использованы для локального озеленения; в Предгорном Крыму перспективными являются *M. kobus* и *M. × soulangeana*, их разновидности и садовые формы, а *M. grandiflora*, включая садовые формы, отнесены к мало перспективной группе (Таблица 22, 23).

Таблица 22 – Оценка успешности интродукции представителей рода *Magnolia* L. на ЮБК (модифицированная шкала)

№	Показатели	<i>M. grandiflora</i>	<i>M. kobus</i>	<i>M. × soulangeana</i>
1	Жарозасухоустойчивость	20	10	10
2	Генеративная способность	15	15	15
3	Скорость роста	15	10	10
4	Долговечность	15	10	10
5	Габитус	5	3	3
6	Повреждения вредителями и болезнями	3	5	5
7	Состояние древесины	10	15	10
Общая сумма баллов		83	68	63
Группа перспективности		II – перспективные	III – менее перспективные	III – менее перспективные

Проведенная впервые инвентаризация *M. grandiflora* в насаждениях г. Ялта показала большой научно-практический потенциал в изучении внутривидового полиморфизма по размеру и форме листовых пластинок и цветков для выделения

новых высокодекоративных садовых форм, устойчивых к почвенно-климатическим условиям ЮБК.

Таблица 23 – Оценка успешности интродукции представителей рода *Magnolia* L. в Предгорном Крыму (модифицированная шкала)

№	Показатели	<i>M. grandiflora</i>	<i>M. kobus</i>	<i>M. × soulangeana</i>
1	Жарозасухоустойчивость	15	10	10
2	Зимостойкость	5	20	20
3	Генеративная способность	5	15	15
4	Скорость роста	5	15	15
5	Долговечность	5	10	10
6	Габитус	1	5	5
7	Повреждения вредителями и болезнями	5	5	5
Общая сумма баллов		41	80	80
Группа перспективности		IV – мало перспективные	II – перспективные	II – перспективные

Установлено, что в озеленении Предгорного Крыма и, частично, ЮБК, увеличение ассортимента листопадных магнолий возможно за счет привлечения садовых форм *M. × soulangeana*, *M. liliiflora* и видов гибридного происхождения. В Арборетуме НБС могут быть испытаны восточноазиатские виды магнолий, произрастающие на высотах более 1000 м н.у.м., в их числе: *M. campbellii*, *M. globosa*, *M. wilsonii*, *M. sprengeri*, *M. biloba* и некоторые другие.

На интродукционно-коллекционном питомнике НБС с 2012 г. по настоящее время. проходят первичное интродукционное испытание 21 таксон магнолий, из них 5 видов и 16 садовых форм: *M. biondii*, *M. denudata*, *M. × 'Betty'*, *M. × 'Galaxy'*, *M. × 'Golden Rain'*, *M. grandiflora* 'Charles Dickens', *M. grandiflora* 'Little Gem', *M. kobus* var. *loebneri* Mag's Pirouette', *M. kobus* var. *loebneri* 'Wildcat', *M. × 'Red Baron'*, *M. × 'Rubiflora Scarlett'*, *M. × 'Sansation'*, *M. sieboldii*, *M. × soulangeana* 'Lennei', *M. × soulangeana* 'Lennei Alba', *M. stellata*, *M. stellata* 'Rosea', *M. stellata* 'Waterlily', *M. tripetala*, *M. × 'Yellow Bird'*, *M. × 'Yellow Lantern'*, которые в скором

времени станут основой для создаваемого в НБС монокультурного «Сада Магнолий» (Герасимчук, 2020). По результатам интродукционного испытания вышеуказанные таксоны магнолий могут быть отнесены в перспективный ассортимент декоративных растений, рекомендованных для озеленения на ЮБК и в Предгорном Крыму.

Таким образом, в результате проведенных исследований и анализа литературных данных можно рекомендовать для интродукционного испытания на ЮБК садовые формы *M. grandiflora*, мировой ассортимент которых в настоящее время составляет более 165 садовых форм. Листопадные магнолии восточноазиатского происхождения, лучше проявившие свой адаптационный потенциал в условиях Предгорного Крыма, рекомендуется также использовать локально в зеленом строительстве на ЮБК как высокодекоративные весеннецветущие древесные растения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В Крыму в составе культурфитоценозов произрастают 6 видов, 2 разновидности, 21 садовая форма магнолий. Род *Magnolia* L. в культурфитоценозах Южного берега Крыма в основном представлен *Magnolia grandiflora*, в Предгорном Крыму – садовыми формами *Magnolia* × *soulangeana*, *M. liliiflora* и садовыми формами гибридного происхождения.

2. Установлены сроки наступления и продолжительность фенологических фаз у изучаемой группы магнолий и особенности ритмов роста и развития. *Magnolia grandiflora*, включая её садовые формы, проходит полный цикл развития в культурфитоценозах ЮБК. *Magnolia kobus*, включая разновидности и садовые формы, *Magnolia* × *soulangeana* с садовыми формами формируют полноценные плоды и семена не ежегодно. Наиболее ранние сроки вегетации характерны для *Magnolia* × *soulangeana*, наиболее поздние – у *Magnolia grandiflora* 'Little Gem'. Для всех магнолий характерна одна генерация побегов. Наиболее продолжительным периодом роста побегов отличается *Magnolia* × *soulangeana*: он составляет в среднем 39 дней. Самое раннее начало цветения установлено у *Magnolia kobus* var. *loebneri*, наиболее позднее – у *Magnolia grandiflora* 'Little Gem'. Наиболее продолжительное цветение отмечалось у *Magnolia grandiflora* и ее садовых форм и в среднем составило 44 дня.

3. Установлено влияние термического фактора ($\sum t^\circ$) на адаптационные возможности магнолий. Для *Magnolia grandiflora* термический фактор оказывает наиболее значимое положительное влияние на фазу «начало цветения», для *Magnolia kobus* – на фазу «конец цветения». У *Magnolia* × *soulangeana* выявлена отрицательная корреляция термического фактора с фазой «начало цветения». Влияние температуры воздуха на скорость роста побегов магнолий характеризовалось отрицательной корреляцией: *Magnolia grandiflora* – $R=-0,88$, $R^2=0,78$, *Magnolia kobus* var. *loebneri* – $R=-0,85$, $R^2=0,72$, *Magnolia* × *soulangeana* – $R=-0,61$, $R^2=0,37$.

4. Основным эдафическим фактором, лимитирующим рост и развитие изучаемой группы магнолий на ЮБК, является высокая скелетность почвы. В Арборетуме НБС *Magnolia grandiflora* произрастает на легкоглинистых агрокоричневых почвах с плотностью сложения до $1,52 \text{ г/см}^3$ и содержанием CaCO_3 до 25%, что характеризует её относительную устойчивость к данным эдафическим факторам при соблюдении высокого агротехнического фона. Из листопадных видов магнолий в условиях ЮБК наиболее устойчивой к повышенному содержанию карбонатов в почве является *Magnolia kobus* var. *loebneri*. На рост и развитие магнолий положительно влияют запасы гумуса – чем их больше, тем выше уровень жизненного состояния растений.

5. Установлено, что развитие микогенных деструктивных процессов в древесине *Magnolia grandiflora*, являющихся результатом жизнедеятельности базидиальных ксилотрофов, в основном локализовано в комлевой части ствола. Также наблюдается прямая зависимость наличия и степени разрушения древесины *Magnolia grandiflora* от возраста деревьев. К основным критериям оценки жизненного состояния магнолий относится отсутствие или наличие деструктивных процессов в древесине, а также степень их развития.

6. Определен видовой состав насекомых, посещающих цветки *Magnolia grandiflora* на ЮБК. Он включает шесть видов (*Apis mellifera*, *Vespula vulgaris*, *Oxythyrea funesta*, *Cetonia aurata*, *Crematogaster schmidtii*, *Syrphus* sp.) из отрядов Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, что обуславливает ежегодное и обильное плодоношение *Magnolia grandiflora*. Однако фактическая семенная продуктивность *Magnolia grandiflora* характеризовалась низкими показателями, компенсирующимися высокой урожайностью. Коэффициент семенной продуктивности у *Magnolia grandiflora* на ЮБК составил 14,9%. Неежегодное формирование плодов и низкая урожайность *Magnolia kobus* и *Magnolia* × *soulangeana* в условиях ЮБК сопряжены с отсутствием лёта потенциальных насекомых-опылителей в период цветения. В Предгорном Крыму листопадные магнолии характеризуются более высокой регулярностью и

интенсивностью плодоношения. Коэффициент семенной продуктивности у *Magnolia kobus* составил 11,8%, у *Magnolia* × *soulangeana* – 31,3%.

7. Определена ингибирующая активность саркотесты семян шести видов магнолий. Наибольшая ингибирующая активность свежей саркотесты выявлена у *Magnolia* × *soulangeana* и *Magnolia grandiflora*. В тоже время свежая саркотеста *Magnolia kobus* и разлагающаяся саркотеста *Magnolia grandiflora* ингибирующую способность не проявили. Полевая всхожесть семян варьировала в значительных пределах в зависимости от способа и сроков посева. Более высокой всхожестью, составляющей 40,1%, характеризовались очищенные от саркотесты, стратифицированные семена *Magnolia* × *soulangeana* из Предгорного Крыма при посеве в феврале.

8. Интродуценты магнолий по группам перспективности распределились следующим образом: на ЮБК перспективной является *Magnolia grandiflora* и ее садовые формы, а *Magnolia kobus* и *Magnolia* × *soulangeana*, их разновидности и садовые формы менее перспективны, но могут быть использованы для локального озеленения; в Предгорном Крыму перспективными являются *Magnolia kobus* и *Magnolia* × *soulangeana*, их разновидности и садовые формы, а *Magnolia grandiflora* и ее садовые формы отнесены к малоперспективной группе в связи с их термофильностью.

9. По результатам сравнительной оценки североамериканского вида *Magnolia grandiflora* и *Magnolia kobus*, *Magnolia* × *soulangeana*, имеющих восточноазиатское происхождение, по комплексу биологических и экологических признаков наибольший уровень адаптации к стрессовым факторам окружающей среды ЮБК имеет *Magnolia grandiflora*, которая проходит все фазы развития и сохраняет декоративность в течение года. *Magnolia kobus* и *Magnolia* × *soulangeana* более полно реализуют свой адаптационный потенциал в условиях Предгорного Крыма. Расширение использования в зеленом строительстве Южного Крыма листопадных магнолий, отличающихся высокой декоративностью в период цветения в ранне- и средневесенний периоды, возможно за счет получения вегетативного посадочного материала, а также

повышения семенной продуктивности и регулярности плодоношения в условиях высокого агротехнического фона

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При выборе участка под посадку магнолий, в-первую очередь целесообразно определить участки территории, где данный вид произрастать не может, например, сильнокарбонатные, сильноскелетные, а также засоленные почвы. Оптимальными являются хорошо дренированные, рыхлые, обеспеченные органическим веществом почвы с pH 6,0-6,5 и участки хорошо освещенные, защищенные от ветра.

Рекомендуется посадку *Magnolia grandiflora* на ЮБК производить в марте-апреле, для листопадных видов – ноябре. В Предгорном Крыму листопадные магнолии лучше высаживать в марте-апреле после возвратных заморозков. Посадочный материал магнолий должен иметь закрытую корневую систему. После посадки растения необходимо установить на растяжки или распорки, обильно полить и замульчировать приствольный круг верховым торфом. Рекомендуется ежегодное 2-3-кратное внесение комплексных подкисляющих удобрений в период активной вегетации магнолий (апрель-июнь).

Вечнозеленым и листопадным видам магнолий необходима минимальная формирующая обрезка. Удаляются сухие, ослабленные, оголившиеся и поврежденные ветви. Срезы и спилы обрабатываются раствором фунгицида и покрываются лак-бальзамом или садовым варом. Наиболее предпочтительным сроком обрезки листопадных магнолий в Крыму является май-июнь, *Magnolia grandiflora* – апрель.

Оптимальным способом семенного размножения *Magnolia grandiflora*, *Magnolia kobus* и *Magnolia* × *soulangeana* в Предгорном Крыму, является посев в открытый грунт свежесобранных физиологически зрелых семян с саркотестой в осенний период с мульчированием посевов. В условиях ЮБК также возможен

посев в открытый грунт в поздне-зимний период с предварительным удалением саркотесты и мульчированием.

Использование магнолий на ЮБК и в Предгорном Крыму в декоративном садоводстве имеет разнообразное применение. Магнолии эффектны в солитерных, групповых и аллейных посадках. Наиболее оптимальным фоном для весеннецветущих листопадных магнолий являются деревья с темной листвой или хвоей.

Для разработки приемов по сохранению старовозрастных деревьев магнолий, необходим регулярный мониторинг жизненного состояния с использованием пространственной импульсной томографии в комплексе с визуальным осмотром. Результатом данной работы будет оформление паспорта дерева с томограммами древесины, габитуальными и другими параметрами. Паспорт станет базовым материалом для агротехнических мероприятий по сохранению старовозрастных деревьев.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ЮБК – Южный берег Крыма

ЧПК – Черноморское побережье Кавказа

ФГБУН «НБС-ННЦ», или НБС – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»

БС им. Н.В. Багрова – Ботанический сад имени Н.В. Багрова

СБСК – Субтропический ботанический сад Кубани

БСИ ДВО РАН – Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения РАН

УГМС – управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

пгт. – поселок городского типа

с. – село

н.у.м. – высота над уровнем моря

экз. – экземпляр

г. – год

м – метр

см – сантиметр

мм – миллиметр

г – грамм

мг – миллиграмм

кг – килограмм

т – тонна

га – гектар

% – проценты

см³ – сантиметр кубический

рН – кислотность почвы

°С – градус Цельсия

$\Sigma t^{\circ}\text{эф}$ – сумма эффективных температур

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аврорин, Н. А. Переселение растений на полярный север: Эколого-географический анализ / Н. А. Аврорин. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – 286 с.
2. Алексеев, В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В. А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.
3. Анисимова, А. И. Род *Magnolia* L. / А. И. Анисимова // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 1939. – Т. 22, Вып. 2. – С. 93–99.
4. Антюфеев, В. В. Агроклиматический потенциал субтропического садоводства в Крыму / В. В. Антюфеев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (54). – С. 185–188.
5. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1970. – 488 с.
6. Архив погоды в Джексоне (аэропорт), Рэнкин, METAR. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rp5.am/>
7. Архив погоды в Куньмине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://world-weather.ru/archive/china/kunming/>
8. Архив погоды в Симферополе / им. И.К. Айвазовского (аэропорт), METAR. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rp5.ru>
9. Архив погоды в Сочи / им. В.И. Севастьянова (аэропорт), METAR. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rp5.ru>
10. Архив погоды в Токио / Архив погоды в Тёфу (аэропорт), METAR. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rp5.ru>
11. Багрикова, Н. А. Инвазионные виды растений в растительных сообществах Крымского полуострова / Н. А. Багрикова // Изучение адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: итоги, проблемы, перспективы: Материалы V международной научной конференции. Ижевск, 06–

08 сентября 2017 года / под ред. О. Г. Барановой и А. Н. Пузырева. – Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, 2017. – С. 13–16.

12. Багрикова, Н. А. Материалы к «Чёрной Книге» флоры Крымского полуострова / Н. А. Багрикова, М. В. Скурлатова // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2021. – № 2. – С. 16–31.

13. Баркалов, В. Ю. Флора Курильских островов / В. Ю. Баркалов. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 468 с.

14. Булыгин, Н. Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями: пособие по проведению учебно-научных исследований по курсу дендрологии для студентов спец. 1512 / Н. Е. Булыгин. – Л.: ЛТА, 1979. – 97 с.

15. Важов, В. И. Агроклиматическое районирование Крыма / В. И. Важов // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 1977. – Т. 71. – С. 92–120.

16. Вайнагий, И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений / И. В. Вайнагий // Ботанический журнал. – 1974. – Т. 59, № 6. – С. 826–831.

17. Вальтер, Г. Растительность земного шара. Эколого-физиологическая характеристика / Г. Вальтер // Серия: Растительность земного шара. Собр. соч.: в 3 т. – М.: Прогресс, 1974. – Т. 2. Леса умеренной зоны. – 424 с.

18. Ваниев, А. Г. Экологическая оценка адаптивности интродуцентов магнолия кобус и магнолия Суланжа *Magnolia kobus* и *Magnolia soulangeana* к условиям г. Владикавказ / А. Г. Ваниев, М. Г. Салбиева // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2016. – № 46. – С. 121–124.

19. Виноградова, Ю. К. Влияние чужеродных видов растений на динамику флоры территории Главного ботанического сада РАН / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, В. Д. Бочкин // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2015. – № 4. – С. 22–41.

20. Виноградова, Ю. К. Чёрная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. – М.: ГЕОС, 2010. – 512 с.

21. Галушко, Р. В. Каталог дендрологических коллекций Арборетума Государственного Никитского ботанического сада / Р. В. Галушко, Г. С. Захаренко, В. М. Кузнецова, А. П. Максимов, Д. М. Михайленко, Ю. К. Подгорный, М. В. Сильвестрова, О. Д. Шкарлет. – Ялта: Никитский ботанический сад, 1993. – С. 63–64.
22. Гаранович, И. М. Магнолия – цветущая аристократка весеннего сада / И. М. Гаранович, Т. В. Шпитальная // Наука и инновации. – 2016. – № 5 (159). – С. 13–16.
23. Герасимова, М. И. Литолого-геоморфологические факторы формирования желтоземов и других почв во влажных субтропиках РФ (Сочинский Дендрарий) / М. И. Герасимова, Н. В. Колесникова, И. А. Гуров // Вестник Московского ун-та. Серия 5: География. – 2010. – № 3. – С. 61–65.
24. Герасимчук, В. Н. Влияние эдафических факторов на жизненное состояние магнолии крупноцветковой (*Magnolia grandiflora* L.) в Никитском ботаническом саду / В. Н. Герасимчук, М. Л. Новицкий // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – Вып. 140. – С. 16–24. DOI 10.36305/0513-1634-2021-140-16-24
25. Герасимчук, В. Н. Интродукция магнолий в Никитском ботаническом саду / В. Н. Герасимчук // Ботанические сады как центры изучения и сохранения фиторазнообразия: Труды Международной научной конференции, посвященной 140-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета. – 2020. – С. 47–49. DOI: 10.17223/978-5-94621-956-3-2020-13
26. Герасимчук, В. Н. Коллекция Магнолий (*Magnolia* L.) в Никитском ботаническом саду / В. Н. Герасимчук // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – Вып. 147. – С. 104–106.
27. Гинкул, С. Г. Магнолиевые в советских субтропиках / С. Г. Гинкул. – Батуми: Госиздат Аджарии, 1939. – 46 с.

28. Головнев, И. И. К вопросу создания экспозиции магнолий в Никитском ботаническом саду / И. И. Головнев, Е. Е. Головнева // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2017. – Вып. 124. – С. 38–43.
29. Голубев, В. Н. Биологическая флора Крыма / В. Н. Голубев. – 2-е изд. – Ялта: НБС-ННЦ, 1996. – 126 с.
30. Гордійчук, А. Інтродукція *Magnolia kobus* DC. та *Magnolia x loebneri* Katsch в умовах Кременецького ботанічного саду / А. Гордійчук, Л. Кубінська, С. Євсікова // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки. Розділ І. Ботаніка. – 2017. – №. 7 (356). – С. 4–7.
31. Григоренко, И. В. Некоторые особенности плодоношения *Magnolia kobus* и *Magnolia soulangeana* в условиях Юго-Востока Украины / И. В. Григоренко // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя, 2000. – Вип. 5, № 2. – С. 62–71.
32. Гродзинский, А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ: основы химического взаимодействия растений / А. М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1965. – 200 с.
33. Гродзинский, А. М. О новой концепции аллелопатии / А. М. Гродзинский // Химическое взаимодействие растений: сб. научных трудов. – Киев: Наукова думка, 1981. – С. 3–18.
34. Грюммер, Г. Взаимное влияние высших растений. Аллелопатия / Г. Грюммер. – М.: Изд-во иностр. лит., 1957. – 261 с.
35. Гузь, М. М. Насінний потенціал представників роду *Magnolia* L. на Заході України / М. М. Гузь, Ю. А. Шовган // Науковий вісник НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.13. – С. 8–11.
36. Гурский, А. В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР / А. В. Гурский. – М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – 303 с.
37. Джус, М. А. Фитоинвазии как угроза биологическому разнообразию / М. А. Джус // Техника без опасности. – 2010. – № 1. – С. 30–32.

38. Дмитриева, Т. В. Климат в Японии / Т. В. Дмитриева // Вектор ГеоНаук / Vector of Geosciences. – 2020. – Т. 3, № 1. – Р. 79–82. DOI: 10.24411/2619-0761-2020-10009
39. Доспехов, Б. А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных: учеб. пособие для высших с.-х. заведений / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1972. – С. 123–127.
40. Драган, Н. А. Сравнительная оценка качества почвенных ресурсов Крыма / Н. А. Драган // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: География. – 2011. – Т. 24 (63), № 2, ч. 1. – С. 260–266.
41. Дылевский, А. А. Краткое описание иноземной декоративной флоры в Туркестане / А. А. Дылевский // Туркестанское сельское хозяйство. – 1912. – № 1-12. – С. 1038–1042.
42. Ёзиев, Л. Х. Опыт интродукции древесных растений в Южный Узбекистан / Л. Х. Ёзиев. – Ташкент: Фан, 2001. – 210 с.
43. Зайцев, Г. Н. Фенология древесных растений / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1981. – 120 с.
44. Исиков, В. П. Важнейшие вредители и болезни в Арборетуме Никитского ботанического сада (Республика Крым. Ялта) / В. П. Исиков, Н. Н. Трикоз // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». – 2017. – Вып. 8. – С. 150–170.
45. Казиминова, Р. Н. Лесорастительные свойства почв Арборетума Никитского ботанического сада и факторы, лимитирующие рост интродуцентов / Р. Н. Казиминова. – Ялта: [б.и.], 2000. – 55 с.
46. Казиминова, Р. Н. Почвы и парковые фитоценозы Южного берега Крыма / Р. Н. Казиминова. – Киев: Аграрна наука, 2005. – 183 с.
47. Каменева, Л. А. Биологические особенности цветения и плодоношения интродуцированных представителей рода *Magnolia* L. (Magnoliaceae Juss.) в условиях Российского Дальнего Востока / Л. А. Каменева // Комаровские чтения. – 2015. – Вып. 63. – С. 199–213.

48. Каменева, Л. А. Биология цветения и плодоношения представителей рода *Magnolia* L. (Magnoliaceae Juss.) в условиях культуры на юге Российского Дальнего Востока: дис... канд. биол. наук: 03.02.01 / Каменева Любовь Анатольевна. – Владивосток, 2018. – 140 с. – Библиогр.: с. 103–128.
49. Каменева, Л. А. Островные популяции представителей рода *Magnolia* L. / Л. А. Каменева // Бюллетень Ботанического сада-института. – 2016. – Вып. 15. – С. 29–31.
50. Каппер, В. Г. Об организации ежегодных систематических наблюдений над плодоношением древесных пород / В. Г. Каппер // Труды по лесному опытному делу. – Л.: ГосНИИЛХ, 1930. – Вып. 8. – С. 103–139.
51. Карпун, Ю. Н. Восточноазиатские магнолии на Черноморском побережье Кавказа / Ю. Н. Карпун, М. С. Романов, Р. М. Хварцкия // Hortus Botanicus. – 2016. – № 11. – С. 85–94. DOI: 10.15393/j4.art.2016.3162
52. Карпун, Ю. Н. Магнолии Восточной Азии на Черноморском побережье Кавказа. История, проблемы, рекомендации / Ю. Н. Карпун, Р. М. Хварцкия. – Сочи: Ин-т бот. АНА – СБСК, 2016. – 36 с.
53. Карпун, Ю. Н. Основы интродукции растений / Ю. Н. Карпун // Hortus Botanicus. – 2004. – № 2. – С. 17–32.
54. Карпун, Ю. Н. Субтропическая декоративная дендрология / Ю. Н. Карпун. – СПб: Изд-во ООО «ВВМ», 2010. – 580 с.
55. Карпун, Ю. Н. Субтропический ботанический сад Кубани. Каталог / Ю. Н. Карпун, М. В. Кувайцев. – Сочи: СБСК, 2017. – 68 с.
56. Качинский, Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н. А. Качинский. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 192 с.
57. Келина, А. В. Вегетативное размножение листопадных магнолий в условиях Черноморского побережья Кавказа / А. В. Келина, Ю. Н. Карпун // Вестник ИрГСХА. – Иркутск, 2011а. – Вып. 44, ч. 4. – С. 53–58.
58. Келина, А. В. Листопадные кустовидные магнолии в субтропиках России / А. В. Келина, Ю. Н. Карпун. – Сочи, 2011б. – 21 с.

59. Келина, А. В. Магнолия. Листопадные виды из черенков / А. В. Келина // Цветоводство. – 2009. – № 3. – С. 26–27.
60. Келина, А. В. Особенности организации Сада магнолий на Черноморском побережье Кавказа / А. В. Келина, Ю. Н. Карпун // Проблемы современной дендрологии: материалы междунар. науч. конференции, посвященной 100-летию со дня рождения член-корр. АН СССР П. И. Лапина. – М.: ГБС РАН, 2009. – С. 158–159.
61. Келина, А. В. Экологические факторы, влияющие на рост и развитие листопадных кустовидных магнолий в субтропиках Черноморского побережья России / А. В. Келина // Юг России: экология, развитие. – 2012. – Т. 7, № 4. – С. 71–73. DOI: 10.18470/1992-1098-2012-4-71-73
62. Климатический атлас Крыма: приложение к научно-практическому дискуссионно-аналитическому сборнику «Вопросы развития Крыма» / Авт.-сост. И. П. Ведь. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. – 120 с.
63. Коба, В. П. Аннотированный каталог дендрологической коллекции Никитского ботанического сада / В. П. Коба, В. Н. Герасимчук, В. В. Папельбу, Т. М. Сахно / под общ. ред. чл.-корр. РАН Плугатаря Ю. В. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – 304 с.
64. Колесников, А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 704 с.
65. Коропачинский, И. Ю. Древесные растения Азиатской России / И. Ю. Коропачинский, Т. Н. Встовская. – 2-е изд. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2012. – 707 с.
66. Коротков, О. И. Оценка фитопатологического состояния древесных растений методом ультразвуковой диагностики / О. И. Коротков, В. Н. Герасимчук, В. А. Беляков, Ю. А. Гавриленко, Д. С. Гардт, С. А. Канаева, Г. В. Кутайцев, И. О. Логачев // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2019. – № 1 (150). – С. 31–38. DOI: 10.36305/2019-1-150-31-38

67. Коршук, Т. П. Магнолії (*Magnolia* L.): монографія / Т. П. Коршук, Р. М. Палагеча. – Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2007. – 207 с.
68. Косенко, І. С. Початкові етапи створення Саду магнолій у Національному дендрологічному парку «Софіївка» НАН України / І. С. Косенко., В. О. Пономаренко, Г. І. Музика, Р. М. Палагеча, Н. М. Трофименко, В. В. Кочубей // Автохтонні та інтродуковані рослини: Зб. наук. пр. – Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, 2010. – Вип. 6. – С. 37–42.
69. Кохно, Н. А. Методика оценки успешности акклиматизации древесных растений / Н. А. Кохно // Доклады Академии наук УССР. Серия Б. – 1981. – С. 65–68.
70. Лапин, П. И. Интродукция древесных растений в средней полосе Европейской части СССР (научные основы, методы и результаты): доклад на соискание ученой степени д-ра биол. наук / П. И. Лапин. – Л.: ВИР, 1974. – 134 с.
71. Лапин, П. И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П. И. Лапин, С. В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. – М.: Наука, 1973. – С. 7–67.
72. Магнолия // Растения для декоративного садоводства Таджикистана / под общ. ред. чл.-корр. АН СССР П. И. Лапина. – М.: Наука, 1986. – С. 169–172.
73. Мазина, И. Г. Регистрация итогов инвентаризации и мониторинга состояния декоративных растений в базе данных по коллекционным фондам в Никитском ботаническом саду (Республика Крым) / И. Г. Мазина, В. Н. Герасимчук // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2017. – Вып. 124. – С. 21–27.
74. Малосиева, Г. В. Размножение *Magnolia soulangeana* Soul.-Bod. листовыми черенками / Г. В. Малосиева, Л. М. Андрейченко // Известия ВУЗов. – Бишкек, 2014. – № 3. – С. 83–84.
75. Матинян, А. Б. Культура Магнолиевых в СССР / А. Б. Матинян. – М.: МКХ РСФСР, 1956. – 46 с.

76. Мельничук, И. А. Диагностика внутреннего состояния деревьев *Tilia cordata* Mill. с использованием комплекса аппаратуры акустической ультразвуковой томографии «АРБОТОМ®» / И. А. Мельничук, Й. М. Йассин Солиман, О. А. Черданцева // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2012. – Вып. 5. – С. 25–32.
77. Методические указания по семеноведению интродуцентов. – М.: Наука, 1980. – 64 с.
78. Методические указания по фенологическим наблюдениям над деревьями и кустарниками при их интродукции на юге СССР / сост. И. В. Голубева, Р. В. Галушко, А. М. Кормилицин. – Ялта: ГНБС, 1977. – 25 с.
79. Микешин Г. В. Интродукционные фонды Юга Китая / Г. В. Микешин // Интродукционные фонды Юго-Восточной Азии / под ред. акад. Н. В. Цицина. – М.: Наука, 1972. – С. 15–187.
80. Минченко, Н. Ф. Магнолии на Украине / Н. Ф. Минченко, Т. П. Коршук. – Киев: Наукова думка, 1987. – 184 с.
81. Молчанов, А. А. Методика изучения прироста древесных растений / А. А. Молчанов, В. В. Смирнов. – М.: Наука, 1967. – 95 с.
82. Мэгайр, Дж. Д. Качество семян и их прорастание / Дж. Д. Мэгайр // Физиология и биохимия покоя и прорастания семян / под ред. М. Г. Николаевой. – М.: Колос, 1982. – С. 254–272.
83. Недолужко, В. А. Конспект дендрофлоры российского Дальнего Востока / В. А. Недолужко. – Владивосток: Дальнаука, 1995. – 208 с.
84. Некрасов, В. И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений / В. И. Некрасов / отв. ред. Н. В. Цицин. – М.: Наука, 1980. – 102 с.
85. Некрасов, В. И. Основы семеноведения древесных растений при интродукции / В. И. Некрасов. – М.: Наука, 1973. – 279 с.

86. Нечаев, А. П. Значение птиц в распространении семян магнолии обратнойцевидной *Magnolia obovata* / А. П. Нечаев, В. А. Нечаев // Русский орнитологический журнал. – 2007. – Т. 16, Экспресс-выпуск 364. – С. 828–830.
87. Ногина, Н. А. Классификация лесных почв Японии / Н. А. Ногина, В. С. Столбовой // Почвоведение. – 1992. – № 6. – С. 120–124.
88. Опанасенко, М. Є. Класифікація скелетних плантажованих ґрунтів / М. Є. Опанасенко // Агрохімія і ґрунтознавство – Харків, 2008. – Вип. 69. – С. 68–74.
89. Опанасенко, Н. Е. Агроэкологические ресурсы и районирование Степного и Предгорного Крыма под плодовые культуры: монография / Н. Е. Опанасенко, И. В. Костенко, А. П. Евтушенко. – Симферополь: ООО Издательство «Научный мир», 2015. – С. 10–13.
90. Опанасенко, Н. Е. Почвенный покров и почвы Степного и Предгорного Крыма / Н. Е. Опанасенко // Система садоводства Республики Крым. – Симферополь: ООО «ИТ «Ариал», 2016. – С. 29–45.
91. Определитель насекомых Юга России / сост. К. С. Артохин и др. – Изд. испр. и доп. – Ростов-на-Дону: Foundation, 2016. – 1036 с.
92. Палагеча, Р. М. Інтродукція, розмноження, акліматизація та впровадження магнолій в озеленення / Р. М. Палагеча // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2011. – Вып. 102. – С. 80–86.
93. Палагеча, Р. М. Морозостійкість магнолій та льодоутворення у тканинах пагонів / Р. М. Палагеча, О. І. Китаєв, Н. Ю. Таран // Украинский ботанический журнал. – 2007. – Т. 64, № 6. – С. 892–900.
94. Палагеча, Р. М. Фізіологія зимостійкості та інтродукції деяких видів роду магнолій (*Magnolia* L.) в умовах Київського Полісся: монографія / Р. М. Палагеча, Н. Ю. Таран, Л. М. Бацманова. – Київ: Фітосоціоцентр, 2009. – 167 с.
95. Петербургский, А. В. Практикум по агрономической химии / А. В. Петербургский. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М. : Сельхозиздат, 1963. – 592 с.

96. Петухова, И. П. Магнолии в условиях юга российского Дальнего Востока / И. П. Петухова. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 103 с.
97. Петухова, И. П. Перспективы интродукции рода *Magnolia* L. на юге Приморского края / И. П. Петухова, Л. А. Каменева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2011. – № 1, январь – июнь. – С. 153–154.
98. Плотникова, Л. С. Научные основы интродукции и охраны древесных растений флоры СССР / Л. С. Плотникова. – М.: Наука, 1988. – 264 с.
99. Плугатарь, Ю. В. Динамика состава и биоэкологическая характеристика дендрологической коллекции Никитского ботанического сада / Ю. В. Плугатарь, В. П. Коба, В. Н. Герасимчук, В. В. Папельбу // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук – 2015. – Вып. 5. – С. 25–29.
100. Плугатарь, Ю. В. Использование ультразвуковой томографии при индикации негативных эдафических явлений / Ю. В. Плугатарь, В. П. Коба, В. Н. Герасимчук, В. В. Папельбу // Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование: Труды пятой международной научно-практической конференции – 2017. – С. 338–343.
101. Плугатарь, Ю. В. Оценка жизненного состояния *Magnolia grandiflora* L. в Арборетуме Никитского ботанического сада с применением метода ультразвуковой томографии / Ю. В. Плугатарь, В. Н. Герасимчук // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2020. – № 2 (155). – С. 7–16. DOI: 10.36305/2712-7788-2020-2-155-7-16
102. Плугатарь, Ю. В. Экологический мониторинг Южного берега Крыма / Ю. В. Плугатарь, С. П. Корсакова, О. А. Ильницкий. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 164 с.
103. Почвенный покров и земельные ресурсы Российской Федерации – М.: Почвенный ин-т имени В. В. Докучаева РАСХН, 2001. – 399 с.
104. Почвы парков Никитского ботанического сада: монография / Н. Е. Опанасенко, Ю. В. Плугатарь, Р. Н. Казимирова, А. П. Евтушенко. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – 256 с.

105. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков, В. А. Демин, А. В. Петербургский, В. В. Кидин, А. Ф. Слипчик, А. И. Кулюкин, С. М. Саблина / под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
106. Прокофьева, Е. А. Некоторые аспекты эколого-биологического состояния деревьев Алупкинского парка / Е. А. Прокофьева // Современные научные исследования в садоводстве. – 2000. – Ч. 1. – С. 109–111.
107. Работнов, Т. А. Методы изучения семенного размножения травянистых растений в сообществах / Т. А. Работнов // Полевая геоботаника. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т. 2. – С. 20–40.
108. Родионенко, И. Г. Сем. 25. Магнолиевые – Magnoliaceae J. St. Hil. / И. Г. Родионенко // Деревья и кустарники СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – Т. 3. – С. 75–103.
109. Романов, М. С. Итоги и перспективы интродукции представителей *Magnolia* L. (Magnoliaceae Juss.) в России / М. С. Романов, Ю. Н. Карпун, А. В. Бобров // Общие вопросы ботаники. – 2005. – С. 29–51.
110. Романов, М. С. Новый вид магнолии (*Magnolia* L., Magnoliaceae) из Юго-западного Китая / М. С. Романов, А. В. Бобров // Новости систематики высших растений. – 2003. – Т. 35. – С. 90–94.
111. Саидов, Н. С. Влияние высоких температур на приживаемость черенков некоторых листопадных магнолий / Н. С. Саидов, З. Н. Холов, Б. Ф. Саъдуллоев // Кишоварз. – № 1. – 2015. – С. 29–32.
112. Севертока, И. И. Интродукция голосеменных в Туркменистан / И. И. Севертока. – Ашгабад: Ильм, 1994. – 312 с.
113. Сергеев, Л. И. Морфофизиологическая периодичность и зимостойкость древесных растений / Л. И. Сергеев, К. А. Сергеева, В. К. Мельников. – Уфа: Изд-во Башкирского филиала АН СССР, 1961. – 223 с.
114. Скурлатова, М. В. О некоторых инвазионных видах растений города Севастополь / М. В. Скурлатова, Н. А. Багрикова // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – Вып. 131. – С. 49–60. DOI: 10.25684/NBG.boolt.131.2019.06

115. Сліпушенко, К. П. Магнолієві у ботанічному саду / К. П. Сліпушенко // Праці Ботанічного саду Львівського університету. – Львів, 1963. – С. 85–92.
116. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий : монография / под ред. Е. А. Позаченюк. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. – 672 с.
117. Солтани, Г. А. Адвентивная арборифлора Сочинского Причерноморья / Г. А. Солтани // Ботанический вестник Северного Кавказа. – 2016. – № 1. – С. 42–55.
118. Солтани, Г. А. Коллекционные растения парка «Дендрарий». Аннотированный каталог / Г. А. Солтани, И. В. Анненкова, Г. Л. Орлова, А. В. Егошин – Сочи: ФГБУ «Сочинский национальный парк», 2016. – 172 с.
119. Солтани, Г. А. Растения дендропарка «Южные культуры». Аннотированный каталог / Г. А. Солтани, И. В. Анненкова, Ю. Н. Карпун, М. В. Кувайцев – Сочи: ФГБУ «Сочинский национальный парк», 2014. – 60 с.
120. Солтани, Г. А. Трансформация исторических ландшафтов в результате биологических инвазий / Г. А. Солтани, Д. С. Шильников // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2020. – № 3 (156). – С. 37–43. DOI: 10.36305/2712-7788-2020-3-156-37-43
121. Спиридонович, Е. В. Перспективы интродукции и микроклонального размножения магнолий в Беларуси / Е. В. Спиридонович, И. М. Гаранович // Международная научная конференция «Влияние климатических изменений на биоразнообразие растений». Азербайджан, Баку, Институт Биологии НАНА, 19–21 сентября 2017 г.: сборник докладов. – Баку: Изд-во «Elm» Азербайджан, 2017. – С. 98–103.
122. Сусллова, Е. П. Интродукция и перспективы использования в зеленом строительстве *Magnolia kobus* DC. на Юго-Востоке Украины / Е. П. Сусллова // Промышленная ботаника. – 2006. – Вып. 6. – С. 83–86.
123. Тахтаджян, А. Л. Подкласс Магнолииды. Надпорядок 1. Магнолиевые (Magnolianaes). Порядок 1. Магнолиевые (Magnoliales) / А. Л. Тахтаджян // Жизнь растений. – М.: Просвещение, 1980 – Т. 5, ч. 1. – С. 115–121.

124. Тахтаджян, А. Л. Система магнолиофитов / А. Л. Тахтаджян. – Л.: Наука, 1987. – 439 с.
125. Термена, Б.К. Некоторые биоэкологические особенности листопадных магнолий, интродуцированных в Северную Буковину / Б.К. Термена, О.И. Турлай // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1992. – Вып. 164. – С. 13–17.
126. Термена, Б.К. О цветении и плодоношении магнолии Суланжа на Буковине / Б.К. Термена // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1972. – Вып. 84. – С. 82–86.
127. Тер-Погосян, А. Г. Генеративная сфера *Magnolia kobus* / А. Г. Тер-Погосян // Материалы Международной научной конференции «Охрана редких видов растений: проблемы и перспективы». – Харьков: [б.и.], 2004. – С. 128–130.
128. Тер-Погосян, А. Г. К эмбриологии *Magnolia kobus* / А. Г. Тер-Погосян // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2005. – Вып. 91. – С. 90–94.
129. Тер-Погосян, А. Г. Особенности цветения *Magnolia kobus* и *Magnolia grandiflora* в условиях Южного берега Крыма / А. Г. Тер-Погосян // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2002. – Т. 4. – С. 193–195.
130. Физическая география Китая / отв. ред. д-р геогр. наук В. Т. Зайчиков. – М.: Мысль, 1964. – 739 с.
131. Фирсов, Г. А. Магнолии (*Magnolia* L., Magnoliaceae) в Ботаническом саду Петра Великого: история интродукции и современное состояние / Г. А. Фирсов, Н. С. Семенова // Вестник Удмуртского Университета. Серия: Биология. Науки о Земле. 2018. – Т. 28, вып. 1. – С. 16–25.
132. Фирсов, Г. А. Обзор древесных экзотов, дающих самосев в г. Санкт-Петербурге (Россия) / Г. А. Фирсов, В. В. Бялт // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2015. – № 4. – С. 129–152.
133. Хварцкия, Р. М. Магнолия × Суланжа в Абхазии / Р. М. Хварцкия // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2013. – № 49. – С. 139–142.

134. Хварцкия, Р. М. Новые таксоны магнолий в коллекции Сухумского ботанического сада / Р. М. Хварцкия // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – Т. 147. – С. 164–165.

135. Чиндяева, Л. Н. Особенности естественного возобновления чужеродных видов древесных растений в условиях Новосибирска / Л. Н. Чиндяева, А. П. Беланова, Т. И. Киселёва // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 90–107.

136. Шевченко, С. Особенности репродуктивной биологии некоторых редких растений юга Украины / С. Шевченко, А. Тер-Погосян // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. – 2007. – Вип. 12–14. – С. 91–98.

137. Шевченко, С. В. Некоторые аспекты репродуктивной биологии *Magnolia kobus*, *Magnolia grandiflora* и *Liriodendron tulipifera* / С. В. Шевченко // Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах і дендропарках: Матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 75-річчю заснування Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України 15–17 вересня 2010 р. – Київ: Фітосоціоцентр, 2010. – С. 338–341.

138. Шовган, Ю. А. Особенности интродукции магнолий на западе Украины / Ю. А. Шовган // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы XIII Международной научной конференции. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2010. – С. 161–164.

139. Штонда, Н. И. К оценке перспективности некоторых интродуцированных растений со средним сроком начала вегетации / Н. И. Штонда // Интродукция и акклиматизация растений. – Ташкент: Фан, 1982. – Вып. 18. – С. 29–33.

140. Щербаков, Н. И. Древесно-кустарниковая растительность города Самарканда / Н. И. Щербаков // Труды Узбекского университета. – 1939. – Т. 13. – С. 77–93.

141. Элайс, Т. С. Североамериканские деревья: Определитель / Т. С. Элайс / под ред. И. Ю. Коропачинского. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2014. – 959 с.
142. Яндовка, Л. Ф. Репродуктивная биология и экология размножения представителей родов *Cerasus*, *Microcerasus* и *Amygdalus* (Rosaceae): автореф. дис... доктора биол. наук / Л. Ф. Яндовка. – Пермь, 2012. – 47 с.
143. Ярославцев, Г. Д. Эдафические условия и рост секвойдендрона гигантского в Крыму / Г. Д. Ярославцев, Р. Н. Казимирова // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1988. – Вып. 150. – С. 35–40.
144. Afanasiev, M. A physiological study of dormancy in seed of *Magnolia acuminata* / M. Afanasiev // Cornell University Agricultural Experiment Station Memoir. – 1937. – № 208. – P. 1–37.
145. Ali, A. Insecticidal and biting deterrent activities of *Magnolia grandiflora* essential oils and selected pure compounds against *Aedes aegypti* / A. Ali, N. Tabanca, B. Demirci, V. Raman, J. M. Budel, K. H. Can Baser, I. A. Khan // Molecules. – 2020. – Vol. 25, Issue 6. – P. 1359 (13 p.). DOI: 10.3390/molecules25061359
146. Allain, L. K. The reproductive biology of *Magnolia grandiflora* / L. K. Allain, M. S. Zavada, D. G. Matthews // Rhodora. – 1999. – Vol. 101, № 906. – P. 143–162.
147. Arboretum Wespelaar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arboretumwespelaar.be/userfiles/file/pdf/AW-Catalogue-woody-plants-name.pdf>
148. Arbotom Manual – Three-dimensional Impulse Tomograph for Examination of Trees and Timber. – Rinntech, Germany, 2012.
149. Arciniegas, A. Literature review of acoustic and ultrasonic tomography in standing trees / A. Arciniegas, F. Prieto, L. Brancheriau, P. Lasaygues // Trees. – 2014a. – Vol. 28. – P. 1559–1567. DOI: 10.1007/s00468-014-1062-6
150. Arciniegas, A. Travel-time ultrasonic computed tomography applied to quantitative 2-D imaging of standing trees: a comparative numerical modeling study / A. Arciniegas, L. Brancheriau, L. Gallet, P. Lasaygues // Acta Acustica united with

Acustica. – November / December 2014b. – Vol. 100, № 6. – P. 1013–1023.
DOI: 10.3813/AAA.918781

151. Azuma, H. Molecular phylogeny of the Magnoliaceae: the biogeography of tropical and temperate disjunction / H. Azuma, J. G. Garsia-Franco, V. Rico-Gray, L. B. Their // *American Journal of Botany*. – 2001. – Vol. 88, № 12. – P. 2275–2285.

152. Baker, H. G. Intrafloral ecology / H.G. Baker, P.D. Hurd, Jr // *Annual Review Entomology*. – 1968. – Vol. 13. – P. 385–414.
DOI: 10.1146/annurev.en.13.010168.002125

153. Baranova, O. G. Invasive Plant Species in Three Cities of the Udmurt Republic / O. G. Baranova, E. N. Bralgina // *Russian Journal of Biological Invasions*. – 2016. – Vol. 7, № 1 – P. 8–11. DOI: 10.1134/S2075111716010033

154. Börner, H. Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen (allelopathische Erscheinungen) / H. Börner // *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. – Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey. – 1968. – № 1. – S. 97–160.

155. Brancheriau, L. Ultrasonic tomography of green wood using a non-parametric imaging algorithm with reflected waves / L. Brancheriau, P. Lasaygues, E. Debieu, J.-P. Lefebvre // *Annals of Forest Science* – 2008. – Vol. 65. – P. 712p1–712p7. DOI: 10.1051/forest:200851

156. Callaway, D. J. The world of Magnolias / D. J. Callaway. – Portland: Timber Press, 1994. – 260 p.

157. Callaway, R. M. Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion / R. M. Callaway, E. T. Aschehoug // *Science*. – 2000. – Vol. 290. – P. 521–523. DOI:10.1126/science.290.5491.521

158. Chollipo Arboretum [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://chollipo.org/eng/?menuKey=1#sub_1_2_box

159. Cicuzza, D. The Red List of Magnoliaceae / D. Cicuzza, A. Newton, S. Oldfield. – Cambridge, UK: Fauna & Flora International, 2007. – 54 p.

160. Climate-data.org [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.climate-data.org>

161. Dandy, J. E. The genera of Magnoliaceae / J. E. Dandy // Bulletin of Miscellaneous Information. – Kew, 1927. – № 7. – P. 257–264.
162. Daumann, E. Das Blütennektarium von *Magnolia* und die Futterkörper in der Blüte von *Calycanthus* / E. Daumann // Planta. – 1930. – Vol. 11, № 1. – P. 108–116.
163. de Carvalho, D. U. Germination of Pomegranate Seeds under Sarcotesta Extraction Methods and Drying / D. U. de Carvalho, M. A. Cruz, E. A. F. Osipi, J. B. Osipe, R. C. Colombo, J. L. Marinho, M. A. F. Sorace, C. A. Cossa // Journal of Agricultural Science. – 2017. – Vol. 9, № 10. – P. 198–204. DOI:10.5539/jas.v9n10p1968
164. de Jesus, V. A. M. Ratio of seeds and sodium hypochlorite solution on the germination process of papaya seeds / V. A. M. de Jesus, E. F. Araujo, A. A. Neves, F. L. Santos, L. A. Santos Dias, R. F. Silva // Journal of Seed Science. – 2016. – Vol. 38, Issue 4. – P. 358–364. DOI: 10.1590/2317-1545v38n1151150
165. Delpino, F. Ulteriori osservazioni e considerazioni sulla dicogamia nel regno vegetale / F. Delpino // Atti della società Italiana delle Scienze Naturale. – Milano, 1873. – Vol. 16. – P. 151–349.
166. Dieringer, G. Notes on the biology of *Cyclocephala jalapensis* (Coleoptera: Scarabaeidae): an endemic of eastern Mexico / G. Dieringer, L. Delgado // Southwestern Entomologist. – 1994. – Vol. 19. – P. 309–311.
167. Dieringer, G. Reproductive ecology of *Magnolia schiedeana* (Magnoliaceae): a threatened cloud forest tree species in Veracruz, Mexico / G. Dieringer, J. E. Espinosa // Bulletin of the Torrey Botanical Club. – 1994. – Vol. 121. – P. 154–159.
168. Divos, E. Tree evaluation by acoustic tomography / E. Divos, L. Szalai // Proceedings of the 13th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood. Berkeley, CA, USA, 19–21 August 2002. – 2002. – P. 251–56.
169. Durlak, W. Using Picus[®] Sonic Tomograph to Assess the Health State of Trees of Monumental Sizes / W. Durlak, M. Dudkiewicz, K. Pudelska, M. Dabski //

Teka Komisji Architektury, Urbanistyki I Studiów Krajobrazowych. – 2017. – Vol. 13, №. 2. – P. 73–82. DOI: 10.35784/teka.1704

170. Elias, T. S. The complete trees of North America: Field guide and natural history / T. S. Elias. – New York: Van Nostrand Reinhold Company & Times Mirror Magazines Inc., 1980. – 948 p.

171. Engler, H. G. A. Magnoliaceae / H.G.A. Engler, K.A.E. Prantl // Die Natürlichen Pflanzenfamilien. – 1888. – Vol. 3, № 2. – P. 16.

172. Erdelská, O. Successive tissue degeneration in unfertilized ovules of *Daphne arbuscula* / O. Erdelská // Acta Biologica Cracoviensia. Ser. Botanica. – 1999. – Vol. 41. – P. 163–167.

173. Espinosa, L. Quantitative parametric imaging by ultrasound computed tomography of trees under anisotropic conditions: Numerical case study / L. Espinosa, F. Prieto, L. Brancheriau, P. Lasaygues // Ultrasonics. – 2020a. – Vol. 102. – Article 106060. DOI: 10.1016/j.ultras.2019.106060

174. Espinosa, L. Ultrasonic imaging of standing trees: factors influencing the decay detection / L. Espinosa, F. Prieto, L. Brancheriau, P. Lasaygues // Paper presented at: XXII Symposium on Image, Signal Processing and Artificial Vision (STSIVA), April 2019, Bucaramanga, Colombia. – 2019. – 6 p. DOI: 10.1109/STSIVA.2019.8730215

175. Espinosa, L. Ultrasound computed tomography on standing trees: accounting for wood anisotropy permits a more accurate detection of defects / L. Espinosa, F. Prieto, L. Brancheriau, Y. Cortes, P. Lasaygues // Annals of Forest Science. – 2020b. – Vol. 77, № 3. – P. 68 (13 s.). DOI: 10.1007/s13595-020-00971-z

176. Faegri, K. The principles of pollination ecology / K. Faegri, L. van der Pijl. – 3rd Edition. – Oxford, New York: Pergamon Press, 1979. – 244 p.

177. FAO Soils Portal / FAO/UNESCO Soil Map of the World. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/faounesco-soils-map-of-the-world/ru/>

178. Figlar, R. B. Notes on Magnoliaceae VI / R. B. Figlar, H. P. Nooteboom // Blumea. – 2004. – Vol. 49, № 1. – P. 87–100. DOI: 10.3767/000651904x486214

179. Figlar, R. B. Phyllotaxis in *Magnolia* fruits / R. B. Figlar // Journal of Magnolia Society International. – 2002. – Vol. 37, Issue 72. – P. 26–28.
180. Gerasimchuk, V. N. Acoustic diagnostics of phytopathogenic damage to the trunk wood of *Magnolia grandiflora* L. / V. N. Gerasimchuk, Yu. V. Plugatar // The First International Symposium on Botanical Gardens and Landscapes (BGL 2019). Program and Abstracts – 2019. – P. 38–39.
181. Gerasimchuk, V. N. Acoustic diagnostics of phytopathogenic damage to the trunk wood of *Magnolia grandiflora* L. / V. N. Gerasimchuk, Yu. V. Plugatar // Acta Horticulturae. – 2020. – Vol. 1298. – P. 451–459.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1298.62>
182. Gilman, E. F. *Magnolia grandiflora* Southern Magnolia / E. F. Gilman, D.G. Watson // Fact Sheet. – 1994. – ST. 371 (4 p.).
183. Gilman, E. F. *Magnolia grandiflora*: southern magnolia / E. F. Gilman, D. G. Watson, R. W. Klein, A. K. Koeser, D. R. Hilbert, D. C. McLean // IFAS Extension Univ. of Fl. – 2019. – Publication ENH-530 (5 p.).
184. Green Bay Botanical Garden [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gbbg.org/magnolia-collection/>
185. Heiser, Jr., C. B. Some observations on pollination and compatibility in *Magnolia* / C. B. Heiser Jr. // The Proceedings of the Indiana Academy of Science. – 1962. – Vol. 72. – P. 259–266.
186. Held, D. W. Relative susceptibility of woody landscape plants to Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) / D. Held // Journal of Arboriculture. – 2004. – Vol. 30, Issue 6. – P. 328–335.
187. Hillier, J. The Hillier Manual of Trees and Shrubs / J. Hillier, A. Coombes (Consultant Editors). – Newton Abbot, Devon, England: David and Charles, 2003. – 512 p.
188. International Plant Names Index (IPNI). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.inpi.org/>

189. Ishida, K. Beetle pollination of *Magnolia praecocissima* var. *borealis* / K. Ishida // Plant species biology. – 1996. – Vol. 11, Issue 2–3. – P. 199–206. DOI: 10.1111/J.1442-1984.1996.TB00146.x
190. Kamińska, M. Effect of antibiotics on the symptoms of stunting disease of *Magnolia liliiflora* plants / M. Kamińska, H. Śliwa // Journal Phytopathology. – 2003. – Vol. 151. – P. 59–63. DOI:10.1046/j.1439-0434.2003.00682.x
191. Khela, S. *Magnolia grandiflora*. The IUCN Red List of Threatened Species. 2014a: e.T193948A2291865 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dx.Doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T193948A2291865.en>
192. Khela, S. *Magnolia kobus*. The IUCN Red List of Threatened Species. 2014b: e.T193954A2292097 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dx.Doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T193954A2292097.en>
193. Kim, S. Phylogenetic relationships in family Magnoliaceae inferred from *ndhF* sequences / S. Kim, C.-W. Park, Y.-D. Kim, Y. Suh // American Journal of Botany. – 2001. – Vol. 88, Issue 4. – P. 717–728. DOI: 10.2307/2657073
194. Kim, Y.-G. Extractives of kitakobushi *Magnolia kobus* DC. var. *borealis* Sarg. III.: Antibacterial and Antifungal Activity of Extractives / Y.-G. Kim, N. Watanabe, Ya. Sano, Y. Uraki, Yo. Sano // Research Bulletin of the Hokkaido University Forest. – 1998. – Vol. 55, № 1. – P. 63–73.
195. Knox, G. W. Insect and nematode pests of *Magnolia* species in the southeastern United States / G. W. Knox, W. E. Klingeman, A. Fulcher, M. Paret // Magnolia. – 2013. – Issue 94. – P. 20–38.
196. Koettera, U. Interactions of *Magnolia* and *Ziziphus* extracts with selected central nervous system receptors / U. Koettera, M. Barrett, S. Lacher, A. Abdelrahman, D. Dolnick // Journal of Ethnopharmacology. – 2009. – Vol. 124, Issue 3. – P. 421–425. DOI: 10.1016/j.jep.2009.05.040
197. Krüssmann, G. Cultivated Broad-Leaved Trees & Shrubs / Gerd Krüssmann. – Oregon: Timber-Press, 1985. – Vol. 2. – P. 265–277.

198. Kuhns, M. Magnolias for Utah / M. Kuhns. – 2001. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://forestry.usu.edu/trees-cities-towns/tree-selection/magnolias-for-utah>
199. Kwon, O. Emergence and settlement of *Magnolia kobus* in urban forests of Seoul, Korea / O. Kwon, J. Byeon, E. Park, C. Oh // Forest Science and Technology. – 2019. – Vol. 15, Issue 2. – P. 63–69. DOI: 10.1080/21580103.2019.1592786
200. Kwon, O. Naturalization of landscaping woody plant, *Magnolia obovata* potentially invasive species / O. Kwon, C. Oh // Journal of Mountain Science. – 2015. – Vol. 12, Issue 1. – P. 30–38. DOI: 10.1007/s11629-014-3191-1
201. Law, Y.-W. A preliminary study on the taxonomy of family Magnoliaceae / Y.-W. Law // Acta Phytotaxonomica Sinica. – 1984. – Vol. 22, Issue 2. – P. 89–109.
202. Lawday, G. The analytical use of stress waves for the detection of decay in standing trees / G. Lawday, P. A. Hodges // Forestry. – 2000. – Vol. 73, № 5. – P. 447–456.
203. Linnæi, C. Genera Plantarum / C. Linnæi. – Ed. 5. – Holmiæ (Stockholm): Impensis Laurentii Salvii, 1754. – 522 p. DOI: 10.5962/bhl.title.746
204. Linnæi, C. Species Plantarum / C. Linnæi. – Holmiæ (Stockholm): Impensis Laurentii Salvii, 1753. – T. 2. – P. 561–1158.
205. Linnæi, C. Systema Naturæ / C. Linnæi. – Holmiæ (Stockholm): Impensis Laurentii Salvii, 1758. – T. 1. – 824 p.
206. Liu, Y. H. Magnolias of China / Y. H. Liu, Q. W. Zeng, R. Z. Zhou, F. W. Xing [Eds] / Baitong Group. – Beijing: Beijing Science & Technology Press; 2004. – P. 44–55.
207. Magnolia Society International [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.magnoliasociety.org/Journal_47_91_Peru
208. Maisenhelder, L. C. Magnolia (*Magnolia grandiflora* and *Magnolia virginiana*) / L. C. Maisenhelder // USDA. Forest Service. American Woods. –1970. – FS–245 (8 p.).
209. Martins, M. R. Influência de diferentes métodos de remoção do arilo na germinação de sementes de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*

Deg.) / M. R. Martins, M. C. Reis, J. A. Mendes Neto, L. L. Gusmão, J. J. A. Gomes // Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia. Uruguaiana. – 2006. – Vol. 13. – P. 117–128.

210. McNamara, W. A. *Magnolia wilsonii* / W. A. McNamara // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.quarryhillbg.org/magnoliawilsonii.html>

211. Monumental trees [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.monumentaltrees.com/>

212. Nicolotti, G. Application and comparison of three tomographic techniques for detection of decay in trees / G. Nicolotti, L. V. Socco, R. Martinis, A. Godio, L. Sambuelli // Journal of Arboriculture. – 2003. – Vol. 29, № 2. – P. 66–78.

213. Nicolotti, G. Using high-technology instruments to assess defects in trees / G. Nicolotti, P. Miglietta // Journal of Arboriculture. – 1998. – Vol. 24, № 6. – P. 297–302.

214. Nie, Z.-L. Phylogenetic and biogeographic complexity of Magnoliaceae in the Northern Hemisphere inferred from three nuclear data sets / Z.-L. Nie, J. Wen, H. Azuma, Y. L. Qiu, H. Sun, Y. Meng, W. B. Sun, E. A. Zimmer // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2008. – Vol. 48, Issue 3. – P. 1027–1040. DOI: 10.1016/j.ympev.2008.06.004

215. Nooteboom, H. P. Different looks at the classification of the Magnoliaceae / H. P. Nooteboom // Proceedings of the International Symposium on the Family Magnoliaceae. – Beijing, 2000. – P. 26–37.

216. Plugatar, Yu. V. Collection of *Magnolia* L. genus in the Arboretum of the Nikita Botanical Gardens / Yu. V. Plugatar, V. N. Gerasimchuk, V. P. Koba, V. V. Papelbu // 30th International Horticultural Congress (IHC 2018). Oral Presentation – 2018. – P. 16.

217. Plugatar, Yu. V. Collection of *Magnolia* L. genus in the Arboretum of the Nikita Botanical Gardens / Yu. V. Plugatar, V. N. Gerasimchuk, V. P. Koba, V. V. Papelbu // Acta Horticulturae – 2019. – Vol. 1263. – P. 39–46. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1263.4

218. Plugatar, Yu. V. Dynamics of composition and bioecological characteristics of the dendrologic collection of the Nikita Botanical Gardens / Yu. V. Plugatar, V. P. Koba, V. N. Gerasimchuk, V. V. Papelbu // Russian agricultural sciences. – 2015. – Vol. 41, № 6. – P. 441–445.

219. Radomir, A.-M. Comparative study on the in vitro multiplication potential of *Magnolia stellata* and *Magnolia* × *soulangeana* species / A.-M. Radomir // Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology. – 2012. – Vol. 16, Issue 2. – P. 39–44.

220. Rice, E. L. Allelopathy / E. L. Rice. – 2nd Edition. – Orlando, Florida: Academic Press, 1984. – 422 p.

221. Richardson, D. M. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions / D. M. Richardson, P. Pyšek, M. Rejmánek, M. G. Barbour, F. D. Panetta, C. J. West // Diversity and distribution. – 2000. – Vol. 6, Issue 2. – P. 93–107. DOI: 10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x

222. Rivers, M. The Red List of Magnoliaceae / M. Rivers, E. Beech, L. Murphy, S. Oldfield – Richmond, UK: Botanic Gardens Conservation International, 2016. – 61 p.

223. Samaha, J. Assessment and review of the Morris Arboretum Magnolia collection [Электронный ресурс] / J. Samaha // Scholarly Commons. – 2017. – 18 p. – Режим доступа: https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1012&context=morrisarboretum_internreports

224. Sandoz, J. L. Wood testing using acoustic-ultrasonic / J. L. Sandoz, Y. Benoit, L. Demay // Proceedings of the 12th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood, Sopron, Hungary. – 2000. – P. 97–104.

225. Sereda, M. M. Оптимизация протокола микроклонального размножения магнолии Суланжа (*Magnolia* × *soulangeana* Soul.-Bod.) / M. M. Sereda, E. V. Lutsenko, A. V. Vereshchagina // Turczaninowia. – 2017. – Т. 20, № 4. – С. 219–222.

226. Soge, A. O. Detection of wood decay and cavities in living trees: A review [Электронный ресурс] / A. O. Soge, O. I. Popoola, A. A. Adetoyinbo //

Canadian Journal of Forest Research. – 2020. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0340>

227. Sokolov, R. S. Physiological response of *in vitro* cultured *Magnolia* sp. to nutrient medium composition / R. S. Sokolov, B. Y. Atanassova, E. T. Iakimova // Journal of Horticultural Research. – 2014. – Vol. 22, Issue 1. – P. 49–61. DOI: 10.2478/johr-2014-0006

228. Southern Magnolia // USDA. Forest Service. Southern Research Station [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.srs.fs.usda.gov/>

229. Sukumaran, A. Pollinator-mediated self-pollination and reproductive assurance in an isolated tree of *Magnolia grandiflora* L. / A. Sukumaran, V. P. Khanduri, C. M. Sharma // Ecological Processes. – 2020. – Vol. 9. – Article number: 45.

230. The Arboretum in Hørsholm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ign.ku.dk/arboretum-hoersholm/>

231. The IUCN Red List of Threatened Species [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gbif.org/dataset/19491596-35ae-4a91-9a98-85cf505f1bd3>

232. The Plant List [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=Magnolia>

233. The Scott Arboretum of Swarthmore College [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.scottarboretum.org/gardens/>

234. The University of British Columbia Botanical Garden [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://botanicalgarden.ubc.ca/research-collections/plant-collections/magnolias/>

235. The University of Washington Botanic Gardens [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://depts.washington.edu/hortlib/resources/wpresource_search.php?term=2146

236. The Wood Database [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wood-database.com/southern-magnolia/>

237. Thien, L. B. Floral biology of *Magnolia* / L. B. Thien // *American Journal of Botany*. – 1974. – Vol. 61, Issue 10. – P. 1037–1045. DOI: 10.1002/j.1537-2197.1974.tb12321.x
238. Treseder, N. G. *Magnolias* / N. G. Treseder. – London: Faber & Faber, 1978. – 243 p.
239. Wang, X. Decay detection in red oak trees using a combination of visual inspection, acoustic testing, and resistance microdrilling / X. Wang, R. B. Allison // *Arboriculture & urban forestry*. – 2008. – Vol. 34, № 1. – P. 1–4.
240. Xia, N. *Magnoliaceae* / N. Xia, Y. Liu, H. P. Nooteboom // *Flora of China*. – 2008. – Vol. 7. – P. 48–91.
241. Yaitskova, N. Time-of-flight modeling of transversal ultrasonic scan of wood / N. Yaitskova, J.-W. van de Kuilen // *The Journal of the Acoustical Society of America*. – 2014. – Vol. 135, Issue 6. – P. 3409–3415. DOI: 10.1121/1.4873519
242. Yasukawa, S. Reproductive and pollination biology of *Magnolia* and its allied genera (Magnoliaceae). I. Floral volatiles of several *Magnolia* and *Michelia* species and their roles in attracting insects / S. Yasukawa, H. Kato, R. Yamaoka, H. Tanaka, H. Arai, S. Kawano // *Plant Species Biology*. – 1992. – Vol. 7, Issue 2–3. – P. 121–140. DOI: 10.1111/j.1442-1984.1992.tb00225.x

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Объекты исследования

Рисунок А.1 – *Magnolia grandiflora*Рисунок А.2 – *Magnolia grandiflora*
'Hartwissiana'Рисунок А.3 – *Magnolia grandiflora*
'Little Gem'Рисунок А.4 – *Magnolia grandiflora*
'Rotundifolia'Рисунок А.5 – *Magnolia kobus*Рисунок А.6 – *Magnolia kobus* var.
borealis



Рисунок А.7 – *Magnolia kobus* var.
loebneri



Рисунок А.8 – *Magnolia kobus* var.
loebneri 'Merrill'



Рисунок А.9 – *Magnolia* × *soulangeana*



Рисунок А.10 – *Magnolia* × *soulangeana*
'Alexandrina'

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Расположение объектов исследования на территории Арборетума
Никитского ботанического сада

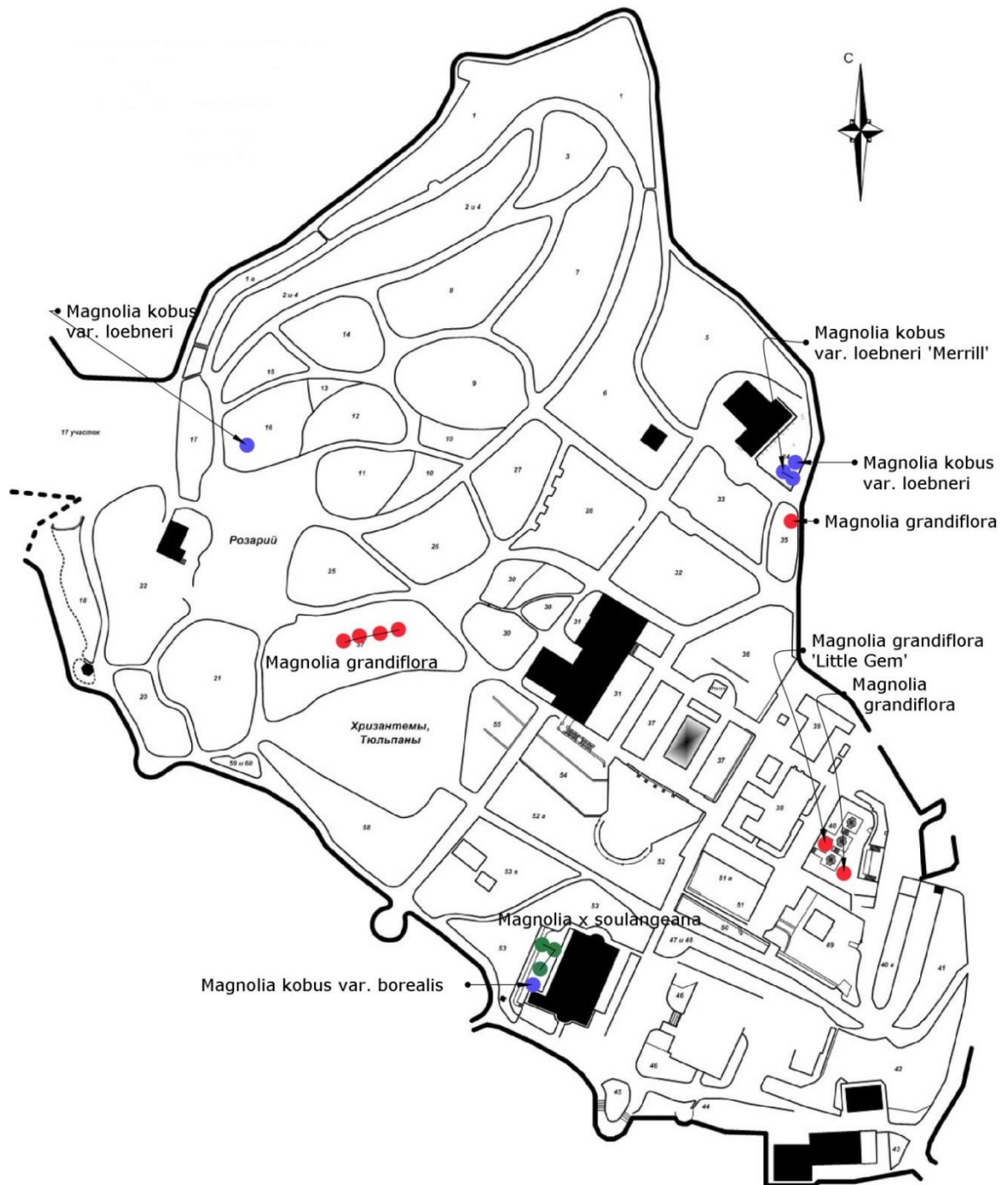


Рисунок Б.1 – Верхний парк

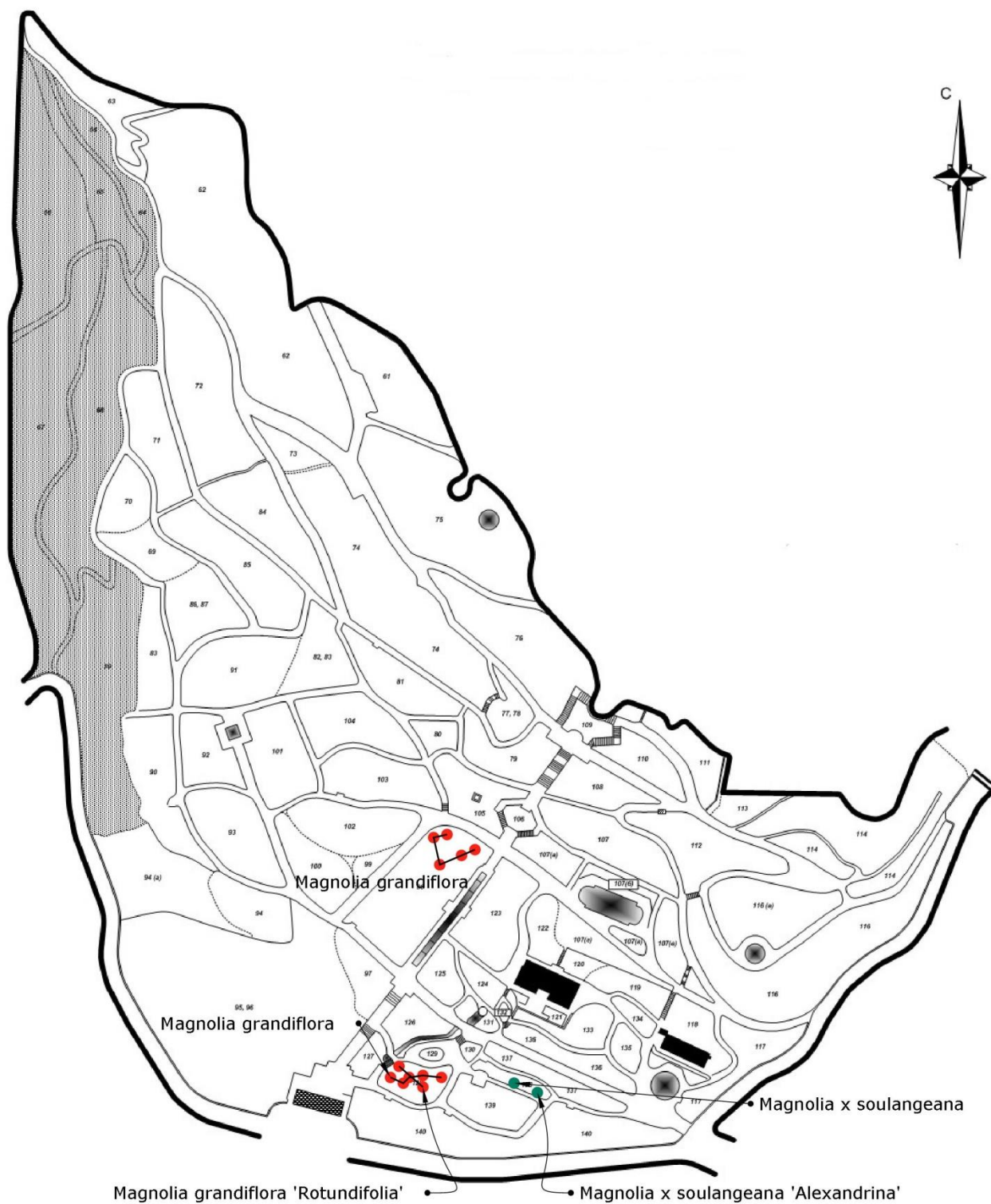


Рисунок Б.2 – Нижний парк



Рисунок Б.3 – Приморский парк



Рисунок Б.4 – Парк Монтедор

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Магнолии в культурфитоценозах Крыма

Рисунок В.1 – *Magnolia grandiflora*
в Алупкинском парке



Рисунок В.2 – *Magnolia grandiflora*
в Алупкинском парке



Рисунок В.3 – *Magnolia grandiflora*
на Набережной Ялты



Рисунок В.4 – *Magnolia grandiflora*
возле гостиницы «Таврида» в Ялте

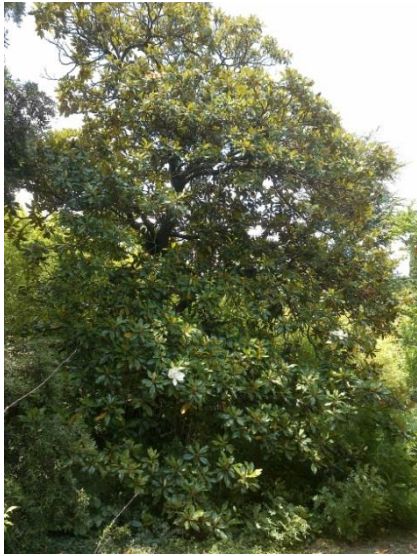


Рисунок В.5 – *Magnolia grandiflora* в
Кореизе (Юсуповский дворец)



Рисунок В.6 – *Magnolia grandiflora* в
Артеке (имение Н.А. Гартвиса)



Рисунок В.7 – *Magnolia grandiflora* в
Севастополе (Приморский бульвар)



Рисунок В.8 – *Magnolia* × *soulangeana* в
Ялте

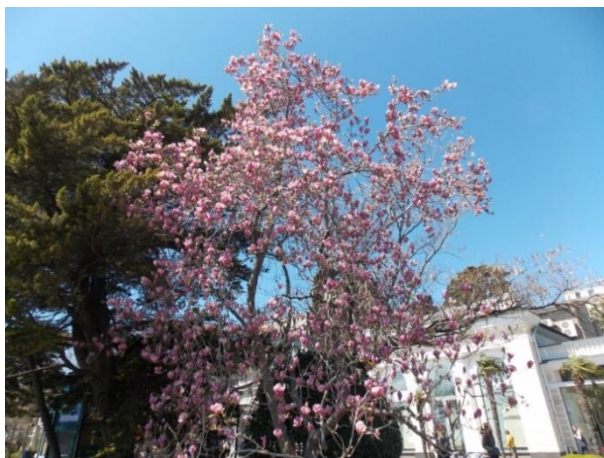


Рисунок В.9 – *Magnolia* × *soulangeana*
'Lennei' на Набережной Ялты



Рисунок В.10 – *Magnolia liliiflora* в Ялте



Рисунок В.11 – *Magnolia* × 'Yellow Lantern' (сквер в Ялте)



Рисунок В.12 – *Magnolia liliiflora* на Набережной Ялты



Рисунок В.13 – *Magnolia* × 'Betty' в с. Перевальное (Предгорный Крым)



Рисунок В.14 – *Magnolia* × 'Elisabeth' в с. Перевальное (Предгорный Крым)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

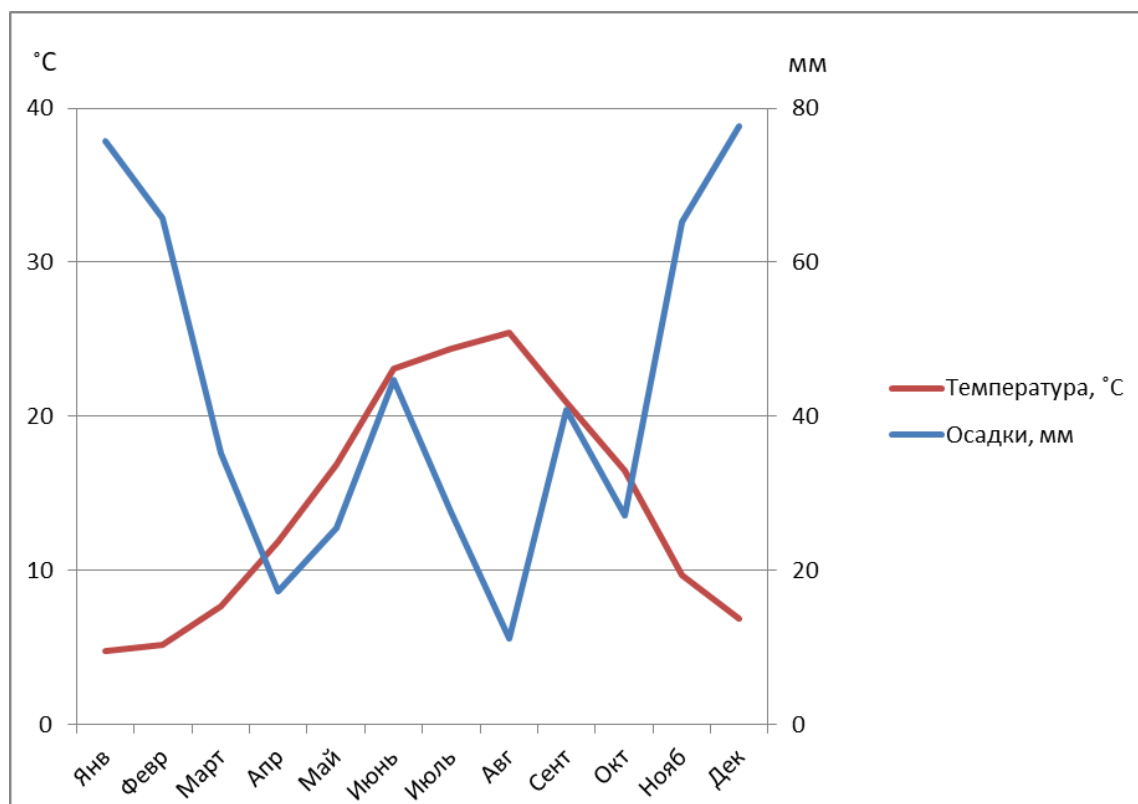
**Климатограммы природных и культивируемых ареалов магнолий
(2018-2020 гг.)**

Рисунок Г.1 – Метеостанция «Никитский сад»

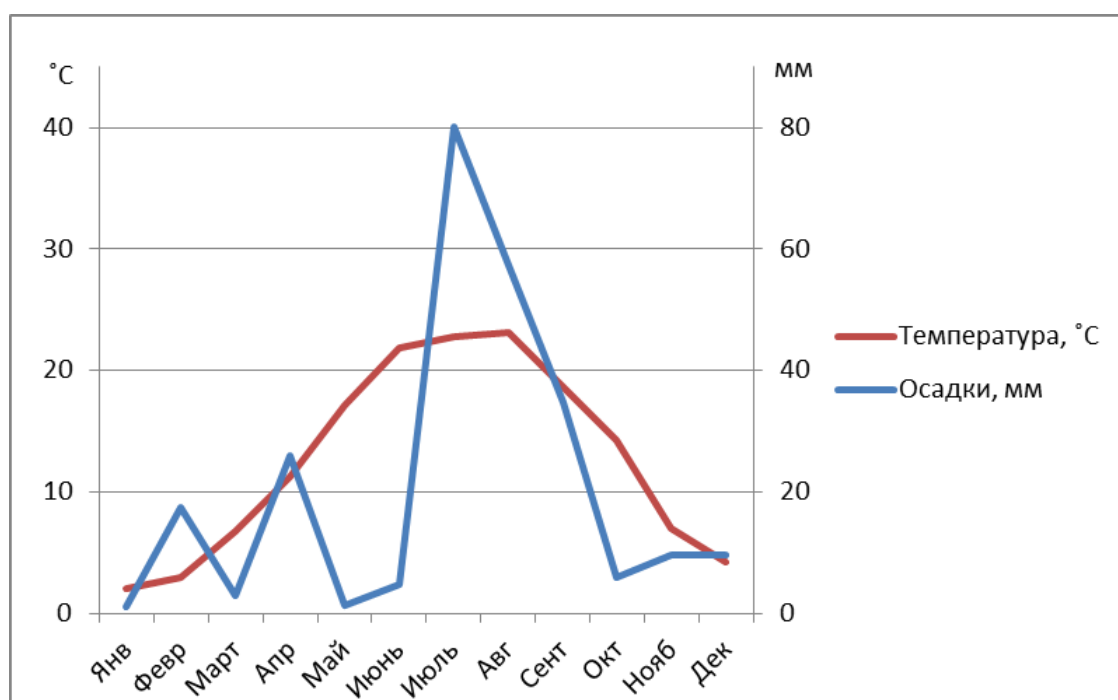


Рисунок Г.2 – Метеостанция «Симферополь»

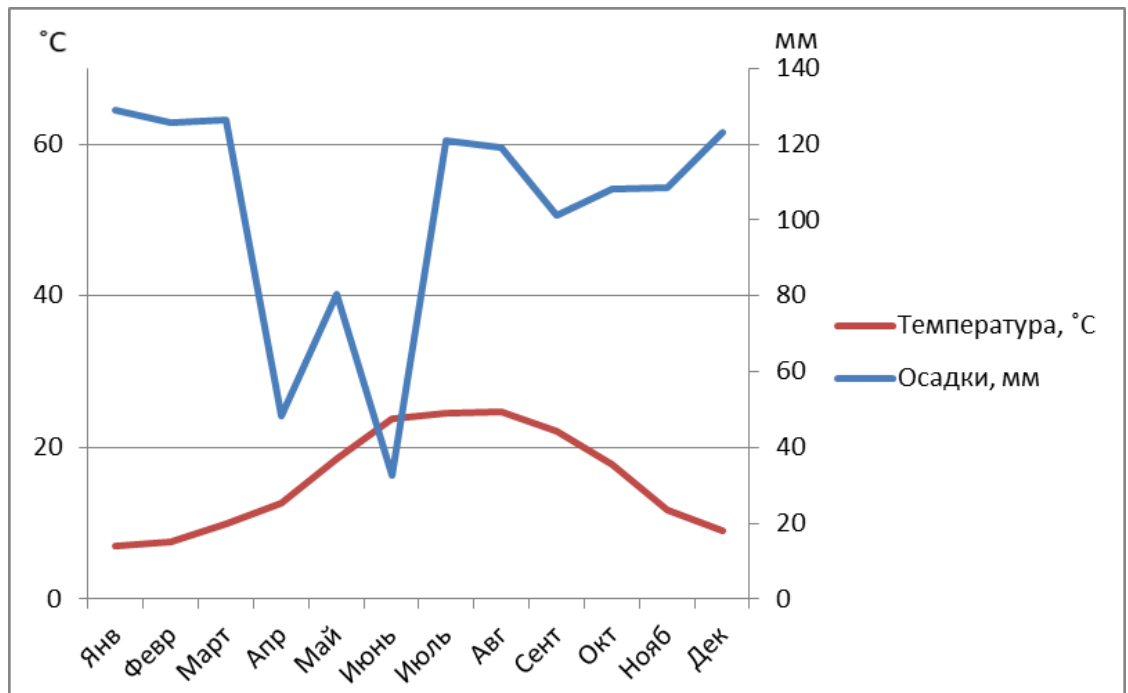


Рисунок Г.3 – Метеостанция «Сочи»

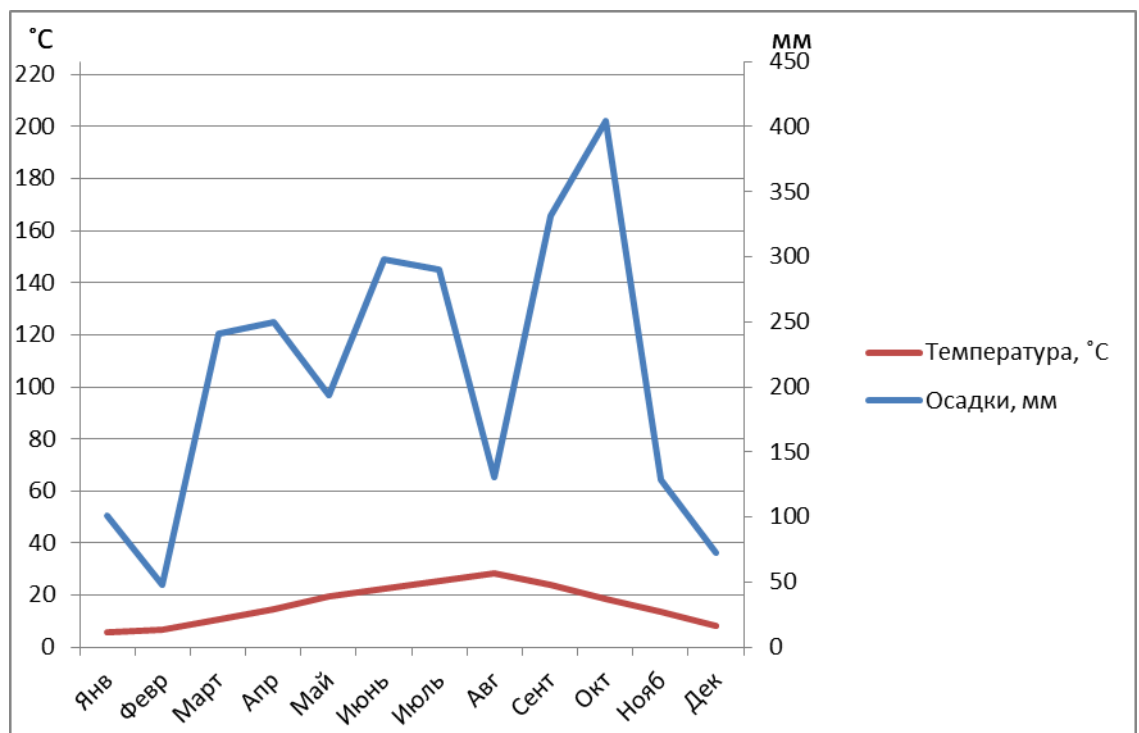


Рисунок Г.4 – Метеостанция «Токио»

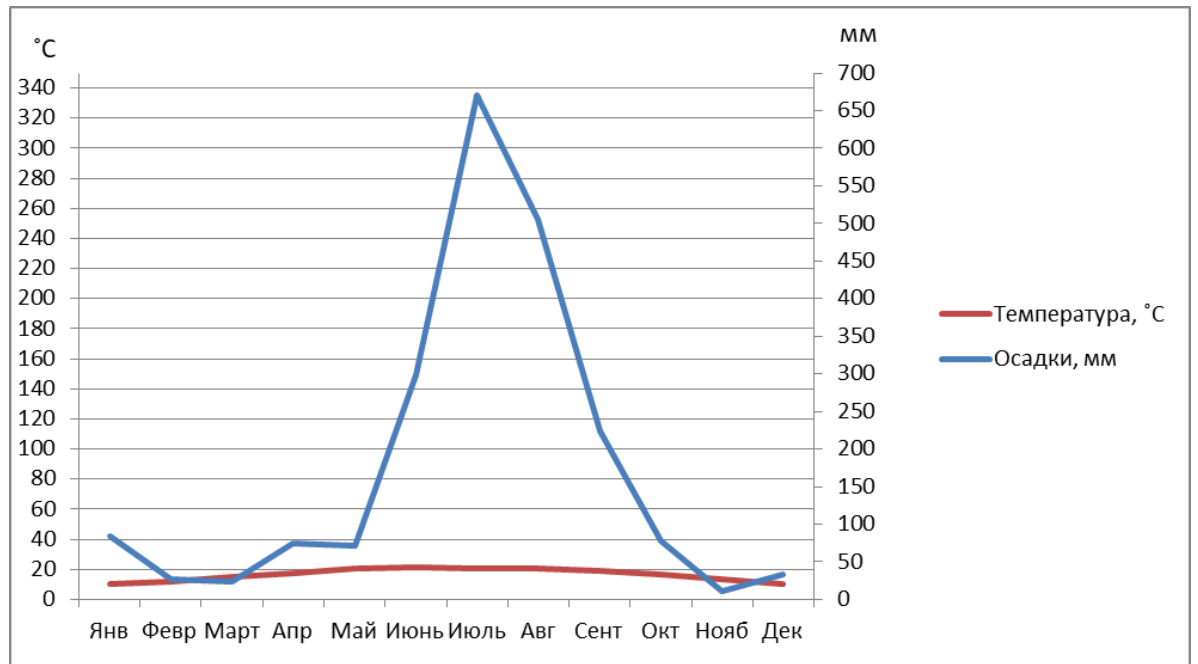


Рисунок Г.5 – Метеостанция «Куньмин»

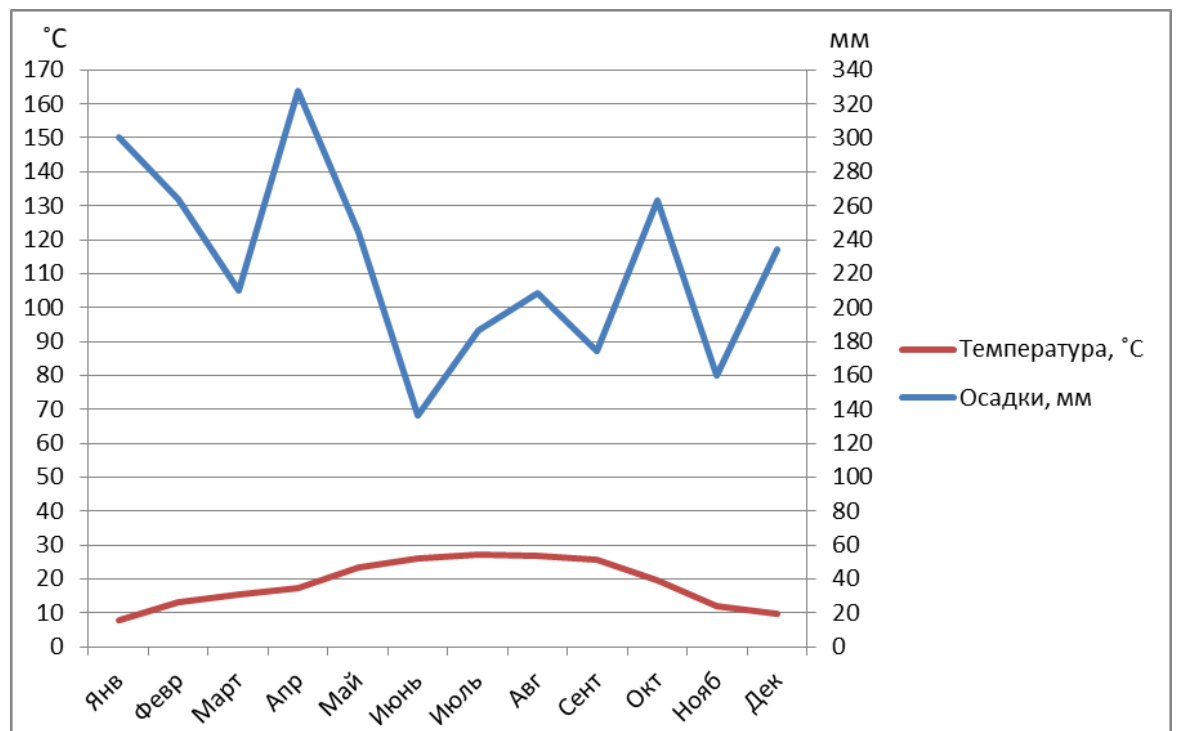


Рисунок Г.6 – Метеостанция «Джексон»

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

**Почвенные разрезы под магнолиями в Арборетуме
Никитского ботанического сада**



Рисунок Д.1 – Куртина № 57



Рисунок Д.2 – Куртина № 98



Рисунок Д.3 – Куртина № 128



Рисунок Д.4 – Куртина № 138



Рисунок Д.5 – Куртина № 153



Рисунок Д.6 – Куртина № 221

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Объекты исследования импульсным томографом Arbotom ABT-05S



Рисунок Е.1 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 1)

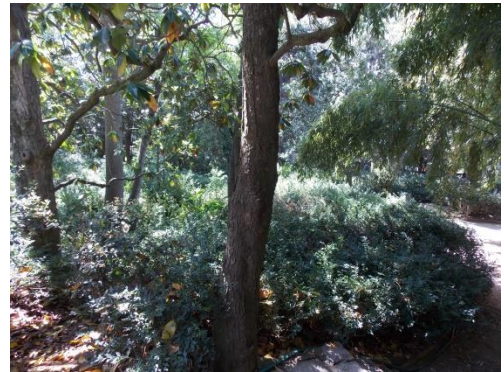


Рисунок Е.2 – *Magnolia grandiflora*
'Rotundifolia' (дерево № 2)



Рисунок Е.3 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 3)



Рисунок Е.4 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 4)



Рисунок Е.5 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 5)



Рисунок Е.6 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 6)



Рисунок Е.7 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 7)



Рисунок Е.8 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 8)



Рисунок Е.9 – *M. grandiflora*
'Hartwissiana' (дерево № 9)



Рисунок Е.10 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 10)



Рисунок Е.11 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 11)



Рисунок Е.12 – *M. kobus* var. *borealis*
(дерево № 12)



Рисунок Е.13 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 13)



Рисунок Е.14 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 14)



Рисунок Е.15 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 15)



Рисунок Е.16 – *Magnolia grandiflora*
(дерево № 16)